

明 細 書

カメラ端末および監視システム

技術分野

- [0001] 本発明は、複数のカメラで監視対象領域を撮影する監視システムおよびその監視システムを構成しているカメラ端末に関し、特に、監視対象領域全体をくまなく撮影する監視システム等に関する。

背景技術

- [0002] 近年、主に監視用途に利用される複数のカメラを用いた監視システムに対する研究開発が盛んに行われている。複数のカメラによる監視においては、監視を行う対象となる領域(監視対象領域)全体に対して死角となる領域がより少なくなる状態を維持するという第1の要求と、さらに監視対象領域内に存在する対象物に対して詳細な撮影情報を取得するという第2の要求を達成できることが求められる。
- [0003] 従来の複数のカメラを用いた装置では、各カメラの撮影領域の位置と撮影範囲を自動調整することにより、上記の2つの要求を達成している。そのような複数のカメラを用いた代表的な従来装置としては、特許文献1および特許文献2に示されるものがある。
- [0004] まず、特許文献1に示される従来装置について説明する。図1は上記特許文献1に記載されたカメラの撮影領域を自動調整する装置を示す図である。
- [0005] 図1において、検出カメラ装置9010では、カメラ9011および反射鏡9012により、広い撮影領域にわたって検出対象を撮影し、移動物体抽出部9013が撮影した同画像より検出対象を抽出し、位置情報抽出部9014が同検出対象の位置情報を抽出するため、検出カメラ装置9010は、広い検出領域にわたって検出対象の位置情報を取得する。判定カメラ装置9020では、カメラ制御部9022が検出対象の位置情報をもとにカメラ9021の旋回角および俯角およびズーム比率を制御し、判定カメラ装置9020は、検出対象の拡大画像を撮影するため、検出対象の詳細な情報を取得する。
- [0006] 図2は、検出カメラ装置9010および判定カメラ装置9020の検出領域を示す図である。図2において、黒丸は検出カメラ装置9010の設置位置を示し、同検出カメラ装置

9010は固定されたカメラである。円または六角形は各検出カメラ装置9010の撮影領域を示す。図2に示されるように、各検出カメラ装置9010を人為的に規則正しく設置すれば、監視する対象領域である検出対象領域内を死角なく常時検出することが可能になる。

- [0007] つぎに、特許文献2に示される従来の装置について説明する。図3は上記特許文献2に記載されたカメラの撮影領域を自動調整する装置を示す図である。
- [0008] 図3において、広い撮影領域にわたって対象物を撮影する目的を負う移動物体検出用カメラ9211は、姿勢制御手段9212により自身の撮影領域を変更し、対象物の拡大画像を撮影する目的を負う監視用カメラ9221は、姿勢制御手段9222により自身の撮影領域を変更する。各カメラの撮影領域は、画像処理装置9240において、移動物体検出用カメラ9211が撮影した画像から抽出した検出対象の位置および各カメラの撮影領域から、カメラ画角記憶手段9231およびカメラ画角記憶手段9232に予め記憶させた情報をもとに、決定される。
- [0009] この従来の装置による各カメラの撮影領域決定方法を説明する。図4、図5および図6は各カメラの撮影領域決定方法を説明するための図であり、数個のブロック画像に分割した移動物体検出用カメラ9211が撮影した画像を示している。まず、移動物体検出用カメラ9211の撮影領域は以下のように決定される。図4の斜線で示されるブロックに検出対象が存在する場合には、それぞれのブロック位置が図4に示されるブロック位置と対応している図5の各ブロックに記載した矢印の方向が示す方向に移動物体検出用カメラ9211の姿勢を変化させ、同カメラの撮影領域を変更する。各ブロック位置に対応した移動物体検出用カメラ9211の撮影領域は予め人間が決定しており、同情報はカメラ画角記憶手段9231に予め設定されている。次に、監視用カメラ9221の撮影領域は以下のように決定される。図6に示されるブロック位置に検出対象が存在する場合には、破線で示した撮影領域になるよう監視用カメラ9221の姿勢を変化させ、同カメラの撮影領域を変更する。各ブロック位置に対応した監視用カメラ9221の撮影領域は予め人間が決定しており、同情報はカメラ画角記憶手段9232に予め設定されている。
- [0010] 上記従来の複数のカメラを用いた装置の特徴についてここにまとめる。

[0011] まず、特許文献1に示される従来の装置では検出カメラ装置9010が、特許文献2に示される従来の装置では移動物体検出用カメラ9211が、広範囲の領域に対して検出対象を検出する役割を負い、特許文献1に示される従来の装置では判定カメラ装置9020が、特許文献2に示される従来の装置では監視用カメラ9221が、検出対象の拡大画像のような、検出対象の詳細な情報を取得する役割を負う。このように従来技術では、各カメラは予め役割が決められており、一方の役割を負うカメラが上記第1の要求を達成し、もう一方の役割を負うカメラが上記第2の要求を達成している（従来技術の特徴1）。

[0012] また、特許文献2に示される従来の装置では、例えば、移動物体検出用カメラ9211の撮影領域は、図4の左上ブロックに監視対象があるという状況変化に対し、図5の左上ブロックに示されるような左上方向に移動した検出領域に変更するように、予め人間が想定し作成した状況に対してカメラの振る舞いを定義したテーブル形式の情報をもとに各カメラの撮影領域を決定し調整する（従来技術の特徴2）。

[0013] また、特許文献1に示される従来の装置は、図2に示されるように、予め人間が規則的な位置に固定カメラを設置することにより、上記第1の要求が達成されている（従来技術の特徴3）。

特許文献1：特許第3043925号公報（図1、図6）

特許文献2：特許第3180730号公報（図1、図7～図9）

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0014] しかしながら、従来の装置のように、予め想定されている状況に対してカメラの振る舞いを逐一定義したテーブル等を用意することで各カメラの撮影領域の調整を行う場合（上記従来技術の特徴2）には、想定される全ての状況に対してカメラの振る舞いを記述したテーブル等を用意しておくことが必要となる。また上記の定義内容は、検出対象領域の位置や広さ、想定される状況変化、各カメラを設置する位置や台数等に依存しており、これらに変更などがあった場合には、その度にテーブルの内容を作成し直す必要がある。この作業は、カメラ台数が増えれば増えるほど煩雑であり、それに対するコストや負荷は膨大なものとなる。ビル内のカメラを用いた監視システム

などでは、10数台のカメラを用いることはごく一般的である。

[0015] また、従来の装置では、予め人間が規則的な位置に固定カメラを設置することにより上記第1の要求は達成されているが(上記従来技術の特徴3)、カメラが1つでも故障した場合には、もはや上記第1の要求を達成することはできない。仮に、図7に示されるように、検出カメラ装置9010の数を増やすことにより、うち1つが故障した場合でも死角なく検出対象領域を覆うことはできるが、非効率と言わざるを得ない。なお、図7において、黒丸は、検出カメラ装置9010の設置位置を示している。

[0016] そこで、本発明は、上記従来課題を解決するものであり、人間が予め想定される状況に対してカメラの振る舞いテーブルに記述しておく必要がなく、かつ、故障や保守点検等により一部のカメラが停止した場合であってもシステム全体としては監視対象領域をくまなく撮影し続ける監視カメラ、および監視システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0017] 上記目的を達成するために、本発明に係るカメラ端末は、複数のカメラ端末が協調して動作することによって監視対象領域を撮影する監視システムにおける1台のカメラ端末であって、撮影領域を変更する機能を有するカメラと、前記撮影領域を特定する情報を他のカメラ端末と送受信する通信手段と、各カメラ端末が監視すべき撮影領域を監視担当領域とした場合に、前記通信手段で受信された他のカメラ端末からの情報に基づいて、自カメラ端末の監視担当領域が他のカメラ端末の監視担当領域または前記監視対象領域の境界線と隙間なく隣接するように、自カメラ端末の監視担当領域を決定するとともに、前記監視担当領域全体が撮影されるように、前記カメラの撮影領域を調整する調整手段とを備え、前記調整手段は、自カメラ端末の撮影領域内に定められた第1基準点と前記撮影領域に隣接する他のカメラ端末の撮影領域内に定められた第2基準点とを結ぶ線分の垂直二等分線または前記垂直二等分線と前記監視対象領域の境界線とにより、前記第1基準点を取り囲む領域を前記監視担当領域として決定することを特徴とする。

[0018] これによって、複数のカメラ端末は、それぞれ、他のカメラ端末と通信しながら自律協調的に動作し、各監視担当領域を覆うので、結果として、監視対象領域全体がくま

なく同時に撮影されることになる。また、一部のカメラ端末が故障して撮影できない事態が発生しても、各カメラ端末は、他のカメラ端末と通信することで監視担当領域を決定し、その監視担当領域を覆うように撮影領域の位置と範囲を調整するので、撮影可能なカメラ端末だけによって監視対象領域がくまなく撮影される。

- [0019] また、各監視担当領域は、隣接する撮影領域内の基準点を結ぶ線分の垂直二等分線等によって囲まれた領域となるので、各監視担当領域の大きさが均一化され易くなり、解像度等において、バランスのとれた撮影が可能となる。なお、前記第1基準点としては、自カメラ端末のカメラが有する撮像面の中心に映し出される前記監視対象領域上の座標であったり、撮影領域の中心座標であるのが好ましい。
- [0020] また、前記カメラはさらに、撮影領域の位置を変更する機能を有し、前記調整手段はさらに、自カメラ端末の監視担当領域と前記監視担当領域に隣接する監視担当領域とを比較評価することにより、自カメラ端末の監視担当領域が前記監視担当領域に隣接する監視担当領域の大きさに近づくように、撮影領域の位置を決定する監視担当領域比較評価部を有し、前記カメラ制御部は、前記監視担当領域比較評価部によって決定された撮影領域の位置に近づくように前記カメラを制御してもよい。このとき、前記監視担当領域比較評価部は、例えば、前記第1基準点から前記監視担当領域の各境界線までの距離が等しくなるように前記第1基準点を動かすことにより、前記撮影領域の位置を決定するのが好ましい。
- [0021] これによって、各監視担当領域の大きさが均一化され、各撮影領域で撮影される画像の大きさや詳細度が略等しくなるとともに、監視対象領域全体がくまなく撮影され、異常事態を容易に発見できる監視システムが実現される。
- [0022] また、前記カメラはさらに、視線方向を制御する機能を有し、前記調整手段はさらに、前記撮影領域の形状と前記監視担当領域の形状が近づくように、前記カメラの視線の方向を調整する視線方向調整部を有する構成としてもよい。このとき、前記視線方向調整部は、例えば、前記撮影領域の形状と前記監視担当領域の形状との違いを評価する評価関数において、前記撮影領域の形状と前記監視担当領域の形状とが一致する時の評価値を目標値とした場合に、前記評価関数の評価値が前記目標値に近づくように、前記カメラの視線方向を決定するのが好ましい。具体的には、前

記評価関数として、前記カメラの視線が前記監視対象領域と交わる点を基準点とした場合に、前記基準点を通る複数の方向について、前記基準点から前記監視担当領域の境界線まで距離と前記基準点から前記撮影領域の境界線までの距離との比率の分散を示す関数であり、前記目標値として、ゼロであるのが好ましい。

[0023] これによって、各撮影領域の形状が監視担当領域の形状に近づくので、各撮影領域がオーバーラップする無駄な領域が削減され、解像度を劣化させることなく、複数のカメラ端末で監視対象領域をくまなく撮影することができる。

[0024] なお、本発明は、カメラ端末として実現できるだけでなく、カメラ端末から構成される監視システムとして実現したり、複数のカメラ端末を用いる監視方法として実現したり、カメラ端末等に組み込まれるプログラムとして実現することもできる。また、各カメラ端末に調整手段を設ける分散制御型の構成だけでなく、複数のカメラ端末が、通信ネットワークを介して接続された共通の調整手段によって制御される集中管理型の構成をとってもよい。さらに、本発明に係るプログラムをCD-ROM等の記憶媒体やインターネット等の伝送媒体を介して配信できることは言うまでもない。

発明の効果

[0025] 本発明に係る自律協調型の監視システムによれば、監視対象領域全体を撮影するために十分な台数のカメラ端末が監視対象領域内を撮影可能な方向に設置された場合に、互いの撮影領域の位置関係から各自が監視を担当する監視担当領域を決定し、さらに自身の監視担当領域全体が映るように焦点距離等を調節することにより、監視対象領域内に死角領域をつくることなく、各カメラ端末の撮影領域の位置と撮影範囲が自動的に決定される。

[0026] このため、従来のようにカメラの設置位置や設置方向などの条件または周囲の環境などによって想定される全ての状況に対して各カメラの振る舞いを決めたテーブル等を用意しておく必要がなく、かつ、故障や保守点検等によって任意のカメラ端末の撮影領域が消失した場合や、パンチルト等の動作によって撮影領域の位置が変化する場合においても、他のカメラ端末と協調して撮影領域の位置と撮影範囲を変更することによって監視対象領域全体の監視が維持される。

[0027] よって、本発明により、監視対象領域全体の常時撮影が保障され、特に学校やビ

ル等における不審者の監視用システムや、交差点や公園などの広範囲撮影システムといった公共の場所の監視、さらに家庭内の様子を複数のネットワークカメラ等を用いて監視する室内遠隔監視システム等として、その実用的価値は高い。

図面の簡単な説明

- [0028] [図1]図1は、第1の従来技術における構成ブロック図である。
- [図2]図2は、第1の従来技術におけるカメラ視野範囲を示す説明図である。
- [図3]図3は、第2の従来技術における構成ブロック図である。
- [図4]図4は、第2の従来技術における動作説明図である。
- [図5]図5は、第2の従来技術における動作説明図である。
- [図6]図6は、第2の従来技術における動作説明図である。
- [図7]図7は、第2の従来技術における動作説明図である。
- [図8]図8は、本発明にかかる実施の形態1における監視システムの構成を示すブロック図である。
- [図9]図9は、カメラの構成を示すブロック図である。
- [図10]図10は、調整部の構成を示すブロック図である。
- [図11]図11は、地図データの一例を示す図である。
- [図12]図12は、実施の形態1における監視システムの動作を説明する図である。
- [図13]図13は、実施の形態1における監視システムの動作手順を示すフローチャートである。
- [図14]図14は、監視システムの動作(協調監視メンバの選択)を説明する図である。
- [図15]図15は、監視システムの動作(監視担当領域の決定)を説明する図である。
- [図16]図16は、監視システムの動作例を示す図である。
- [図17]図17は、監視システムの動作例を示す図である。
- [図18]図18は、監視システムの動作例(一部が故障時における動作)を示す図である。
- [図19]図19は、本発明にかかる実施の形態2における監視システムの構成を示すブロック図である。
- [図20]図20は、カメラの構成を示すブロック図である。

[図21]図21は、調整部の構成を示すブロック図である。

[図22]図22は、実施の形態2における監視システムの動作手順を示すフローチャートである。

[図23]図23は、監視システムの動作を説明する図である。

[図24]図24は、評価関数Fを説明する図である。

[図25]図25は、監視システムの動作例を示す図である。

[図26]図26は、本発明の実施の形態3における撮影領域と監視担当領域の関係を説明する図である。

[図27]図27は、本発明の実施の形態3における撮影領域と監視担当領域の関係を説明する図である。

[図28]図28は、評価関数Gを説明する図である。

[図29]図29は、本発明にかかる実施の形態3における監視システムの構成を示すブロック図である。

[図30]図30は、カメラの構成を示すブロック図である。

[図31]図31は、調整部の構成を示すブロック図である。

[図32]図32は、本発明の実施の形態3における監視システムの動作手順を示すフローチャートである。

[図33]図33は、監視システムの動作例を示す図である。

[図34]図34は、監視システムの動作例を示す図である。

[図35]図35は、監視担当領域の決定方法を説明する図である。

[図36]図36は、補足説明1における撮影領域の算出方法を説明する図である。

[図37]図37は、補足説明2における撮影領域を決定づける焦点距離の算出方法を説明する図である。

[図38]図38は、補足説明2における撮影領域を決定づける焦点距離の算出方法を説明する図である。

[図39]図39は、調整部がカメラ端末の外部にある監視システムの構成を示すブロック図である。

[図40]図40は、調整部がカメラ端末の外部にある監視システムの調整部の構成を示

すブロック図である。

符号の説明

- [0029] 101A～N、104A～N、106A～N カメラ
 102A～N、105A～N、107A～N 調整部
 103A～N 通信部
 110A～N、111A～N、114A～N カメラ端末
 112A～N 通信ネットワーク
 130 監視対象領域
 131 協調監視メンバ選択範囲
 140A～N 撮影領域
 150A～N 監視担当領域
 201 レンズ
 202 撮像部
 203 画像処理部
 204 焦点制御部
 205 姿勢制御部
 211 協調監視メンバ選択部
 212 協調監視メンバ記憶部
 213 監視対象領域マップ記憶部
 214 監視担当領域決定部
 215 撮影範囲決定部
 216 カメラ制御部
 217 監視担当領域比較評価部
 220 領域形状比較評価部
 222 視線方向調整部

発明を実施するための最良の形態

[0030] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

[0031] (実施の形態1)

まず、本発明の実施の形態1における監視システムについて説明する。

- [0032] 図8は本発明の実施の形態1における監視システムの構成を示すブロック図である。この監視システムは、複数のカメラ端末が協調して動作することによって監視対象領域を撮影するシステムであり、通信ネットワーク112と、監視対象領域130全体を撮影するために十分な台数のズーム制御等が可能な同一機能の複数のカメラ端末110A～Nから構成される。この監視システムでは、各カメラ端末110A～Nの設置位置と設置方向とは、撮影領域140A～Nが互いに所定の間隔をおいて並ぶように、予め調整され、固定されている。この監視システムは、各カメラ端末の設置位置と設置方向に合わせて、監視対象領域130全体が映し出されるように、各カメラ端末110A～Nが撮影範囲を自動的に調整する点に特徴を有する。
- [0033] 監視対象領域130は、複数のカメラ端末110A～Nから構成される監視システムが監視対象としている全体の領域である。撮影領域140A～Nは、それぞれ、カメラ端末110A～Nにより撮影されている領域である。監視担当領域150A～Nは、それぞれ、カメラ端末110A～Nが撮影を担当する領域である。通信ネットワーク112は、複数のカメラ端末110A～N（つまり、各カメラ端末110A～Nが備える通信部103A～N）を結ぶ伝送路である。
- [0034] 各カメラ端末110A～Nは、他のカメラ端末と通信し合うことで、自カメラ端末の監視担当領域を内包する撮影領域を決定し、決定した撮影領域を撮影する装置であり、それぞれ、カメラ101A～N、調整部102A～Nおよび通信部103A～Nを備える。
- [0035] カメラ101A～Nは、それぞれ、撮影領域を変更する機能（ズーム制御等）を有するカメラであり、例えば、監視対象領域130内の映像を取り込むためのCCDカメラ等である。
- [0036] 通信部103A～Nは、それぞれ、カメラ端末110A～Nが通信ネットワーク112を介して、撮影領域を特定する情報（撮影領域の位置と撮影範囲）を他のカメラ端末と送受信する通信インターフェイスである。
- [0037] 調整部102A～Nは、それぞれ、カメラ101A～Nが監視を担当する領域（監視担当領域150A～N）を決定し、撮影領域140A～Nが、それぞれ、対応する監視担当領域150A～N全体を映像に取り込むように撮影範囲の調整を行う処理部である。よ

り詳しくは、例えば、調整部102Aは、通信部103Aで受信された他のカメラ端末110B等からの情報に基づいて、自カメラ端末110Aの監視担当領域が他のカメラ端末110B等の監視担当領域または監視対象領域の境界線と隙間なく隣接するように、自カメラ端末110Aの監視担当領域を決定するとともに、監視担当領域全体がカメラ101Aによって撮影されるように、カメラ101Aの撮影領域(撮影領域の撮影範囲)を調整する。このとき、監視担当領域の具体例として、調整部102Aは、自カメラ端末110Aの撮影領域内に定められた第1基準点と撮影領域に隣接する他のカメラ端末の撮影領域内に定められた第2基準点とを結ぶ線分の垂直二等分線または垂直二等分線と監視対象領域の境界線とにより、第1基準点を取り囲こむ領域を監視担当領域として決定する。ここで、第1および第2基準点とは、例えば、その監視担当領域に対応するカメラ端末のカメラが有する撮像面の中心に映し出される監視対象領域上の座標、つまり、そのカメラ端末のカメラの視線が監視対象領域と交わる点、あるいは、そのカメラ端末の撮影領域の中心座標等である。

[0038] なお、図8では、説明の簡略化のために、監視対象領域130、撮影領域140A～N、監視担当領域150A～Nの範囲が1次元的な直線で表現されているが、1次元以上の平面や曲面、立体的な形状で表現される領域も、それぞれ、監視対象領域130、撮影領域140A～Nおよび監視担当領域150A～Nの対象に含まれる。

[0039] 図9(a)は、各カメラ101A～Nの内部構成を示すブロック図である。各カメラ101A～Nは、ズーム制御が可能なCCDカメラ等であり、レンズ201、撮像部202、画像処理部203および焦点制御部204を有する。

[0040] レンズ201は、像を結像させるためのレンズ等である。撮像部202は、レンズ201で結像した像を撮影するCCD等の素子である。画像処理部203は、撮像部202で撮影された画像を処理する処理部である。焦点制御部204は、レンズ201と撮像部202の間隔を変更するステッピングモータ等の機構であり、図9(b)に示されるように、レンズ201と撮像部202との間隔(焦点距離)を増減させることによってカメラ101A等の撮影領域の撮影範囲の変更を行う機構部である。なお、カメラ101A等により撮影されている撮影領域の位置の算出方法については後述する補足説明1において説明する。

- [0041] 図10は、各調整部102A～Nの内部構成を示すブロック図である。各調整部102A～Nは、協調監視メンバ選択部211、協調監視メンバ記憶部212、監視対象領域マップ記憶部213、監視担当領域決定部214、撮影範囲決定部215およびカメラ制御部216を有する。
- [0042] 協調監視メンバ選択部211は、自身の撮影領域の位置から所定の範囲内を撮影している他のカメラ端末を協調監視メンバとして選択する処理部である。
- [0043] 協調監視メンバ記憶部212は、協調監視メンバ選択部211で選ばれた協調監視メンバ(他のカメラ端末)から通知された撮影領域を特定する情報(撮影領域の位置と撮影範囲等)を記録するメモリ等である。
- [0044] 監視対象領域マップ記憶部213は、監視対象領域130の範囲を定義した地図データを記憶するメモリ等である。また監視対象領域マップ記憶部213に記憶されている地図データの一例を図11に示す。図11の地図データでは、位置を決定するための座標軸(x、y、z)ごとに監視すべき範囲を定義することで監視対象領域130を表現している。なお地図データとしては、図11に示した記述方法以外であってもカメラ端末110A～Nが撮影すべき範囲を特定できる記述方法であればよい。また、地図データは予め与えられた情報以外にも、監視システムの作動中にカメラ自身が撮影した周囲の環境映像から、画像処理や認識処理等によって作成した地図データを用いてもよい。
- [0045] 監視担当領域決定部214は、自カメラ端末110Aの撮影領域の情報(撮影領域の位置と撮影範囲)と、協調監視メンバ記憶部212に記憶されている他のカメラ端末の撮影領域の情報(撮影領域の位置と撮影範囲)と、監視対象領域マップ記憶部213に記録されている地図データとを基に、他のカメラ端末の前記監視担当領域または監視対象領域の境界線と隙間なく隣接するように、監視担当領域を決定する処理部である。具体的には、監視担当領域決定部214は、自カメラ端末の撮影領域内に定められた第1基準点と撮影領域に隣接する他のカメラ端末の撮影領域内に定められた第2基準点とを結ぶ線分の垂直二等分線または垂直二等分線と監視対象領域の境界線とにより、第1基準点を取り囲こむ領域を監視担当領域として決定する。
- [0046] 撮影範囲決定部215は、監視担当領域決定部214で決定された監視担当領域15

0A等全体を撮影映すための焦点距離を決定する処理部である。

- [0047] カメラ制御部216は、撮影範囲決定部215で決定された焦点距離となるように、カメラ101A等の焦点距離を制御する処理部である。
- [0048] 次に図8、図9、図10に示した構成からなる複数のカメラ端末110A～Nを、図12(a)に示される矩形の床面を持つ部屋に配置した場合を例に挙げて、各カメラ端末110A～Nおよび監視システム全体の動作手順について説明する。
- [0049] まず、実施の形態1におけるカメラ端末110A～Nの設置条件について説明する。
- [0050] 図12(a)に示されるように、カメラ端末110A～Nの台数については、監視対象領域130をくまなく撮影するために十分な台数のカメラ端末110A～Nが設置されている。例えば、図12(b)に示されるように、カメラの画角が最大の時に、撮像部202の撮像面が監視対象領域130に対して平行になる状態で撮影された撮影領域の面積(最大撮影面積)の9分の1の大きさを基準撮影面積とすると、監視システムには、各カメラ端末110A～Nの基準撮影面積の総和が監視対象領域130の面積より大きくなるような台数だけ、カメラ端末110A～Nが用意されているものとする。
- [0051] また、カメラ端末110A～Nは天井の端に沿って設置されており、床面を監視対象領域130として、これをくまなく撮影するために、各カメラ端末110A～Nの視線方向は、図12(a)に示されるように、互いのカメラの視線と監視対象領域130の交わる点が監視対象領域130内に格子状に並ぶように調整されているものとする。なお、カメラの視線が監視対象領域130と交わる点とは、カメラが有する撮像面の中心に映し出される監視対象領域130上の座標であり、上述の第1および第2基準点の一例である。
- [0052] ここで、本実施の形態において、基準領域の大きさを最大撮影面積の9分の1の大きさとした理由は、各撮影領域140A～Nが隣接する同じ性能の他のカメラ端末が故障等した場合において、カメラ端末110A～Nの撮影領域の面積を9倍以上に拡大することで、故障したカメラ端末の撮影領域の撮影を補うことができるからである。
- [0053] 図12(a)に示されるように、設置位置が天井の端に限定して設置した場合、床全体を撮影するためには各カメラ端末110A～Nの視線の角度(俯角)が異なってしまう。このため、同じ画角であっても、カメラ端末110A～Nごとに、撮影領域140A～Nの

大きさが異なるため、監視対象領域130をくまなく撮影するためには、カメラ端末110A～Nごとに、撮影領域140A～Nの位置にあわせて撮影範囲の調整が必要となる。

[0054] 次に、図13に示されるフローチャートを用いて各カメラ端末110A～Nの動作手順について説明する。ここでは、カメラ端末110Aの動作手順を説明する。

[0055] まず、通信部103Aは、通信ネットワーク112を介して監視システム内の通信可能な全てのカメラ端末と、互いの撮影領域140A～Nの位置と撮影範囲の特定に関する情報を通信し合う(ステップ101)。

[0056] 次に、協調監視メンバ選択部211は、通信部103Aが受け取った他のカメラ端末の情報を利用して、監視対象領域130上においてカメラ端末110A自身の撮影領域140Aの位置から所定の範囲内を撮影している他のカメラ端末を協調監視メンバとして選別し、選別した相手の情報を協調監視メンバ記憶部212に記憶する(ステップ102)。

[0057] ここでの協調監視メンバの選別の過程を、図14を用いて説明する。図14は複数のカメラ端末110A～Nによって監視対象領域130が撮影されており、その中の1台のカメラ端末110Aが協調監視メンバを選別している様子を示している。本図において、図8と同様の構成要素については同じ記号を付与し、説明を省略する。図14の右下に示されるように、協調監視メンバ選択範囲131は、カメラ端末110A～Nが協調監視メンバを選別する際に基準とする領域の範囲である。

[0058] 図14において、カメラ端末110Aの動作に注目すると、カメラ端末110Aは、カメラ101Aの視線の先(撮影画像の中心部に映し出される場所)を中心とした半径Rの同心円状の領域を協調監視メンバ選択範囲131とし、視線の先が協調監視メンバ選択範囲131内にある他のカメラ端末を協調監視メンバに選ぶ。なお、この例では、協調監視メンバ選択範囲131をカメラ101Aの視線の先を中心とした円状の領域を例に挙げたが、視線の先以外にも撮影領域の中心座標等を協調監視メンバ選択範囲131の中心として用いてもよい。また協調監視メンバ選択範囲131の形状は円形以外にも楕円や多角形などの形状を取ってよい。

[0059] 次に、監視担当領域決定部214は、協調監視メンバに選ばれたカメラ端末の撮影領域に関する情報を用いて監視担当領域150Aを決定する。(ステップ103)。

- [0060] ここで、監視担当領域決定部214において監視担当領域150Aを決定する過程の詳細について、図15を用いて説明する。図15において、図8、図14と同じ構成要素については、同じ記号を付与し説明を省略する。本図において、カメラ端末110Aに注目すると、カメラ端末110Aは、図14で選別された他のカメラ端末の視線の先(つまり、上述の第2基準点)と、カメラ端末110A自身の視線の先(つまり、上述の第1基準点)とを結ぶ線分に対して垂直二等分線(点線)を引き、自身の視線の先(第1基準点)を取り囲む垂直二等分線または監視対象領域130の境界線によって決められる領域を監視担当領域150Aと決定する。なお、図15では、1台のカメラ端末110Aに注目して見た時に決定される監視担当領域150Aの様子が示されたが、監視システムとしては、各カメラ端末110A～Nが独立に、それぞれ、監視担当領域150A～Nを決定することにより、監視対象領域130は、カメラ端末110A～Nの台数と同じ数の監視担当領域150A～Nに分割される。また、図15では、視線の先(撮影画像の中心部に映し出される場所)を基準として監視担当領域150Aが決定されたが、視線の先以外にも撮影領域の中心座標等を基準として監視担当領域150Aを決定してもよい。
- [0061] 次に、撮影範囲決定部215は、監視担当領域150A全体が映る(つまり、監視担当領域を内包する)状態で、かつ、撮影領域140Aの面積が最も小さくなる時の焦点距離(目標焦点距離)を求め、カメラ制御部216は、カメラ端末の焦点距離がその目標焦点距離に近づくように、カメラ101Aを制御する(ステップ104)。撮影範囲決定部215における目標焦点距離の具体的な算出方法については後述する補足説明2において説明する。
- [0062] このような本実施の形態における構成と手順によれば、複数の各カメラ端末110A～Nは、互いの撮影領域の位置または撮影範囲の特定に関する情報を通信し合うことで、各自の監視担当領域150A～Nを決定し、さらに自身の監視担当領域150A～N全体を覆うように撮影領域140A～Nの撮影範囲を調整することにより、監視対象領域130全体をくまなく撮影をおこなう。
- [0063] 図16および図17に、実施の形態1における複数のカメラ端末110A～Nから構成される監視システム全体の動作例を示す。これらの図において、図8と同じ構成要素

については同じ番号を記載し説明を省略する。

- [0064] 図16(a)は、部屋の床面を監視対象領域130として、室内の様子を撮影するために6台のカメラ端末110A、110B、110C、110D、110E、110Fが室内の任意の場所に設置されている様子を示している。また、6台のカメラ端末110A～Nは、監視対象領域130をくまなく撮影するために十分な台数であり、図12(b)に示されるように、カメラの画角が最大の時に、撮像部202の撮像面が監視対象領域130に対して平行になる状態で撮影された撮影領域の面積の9分の1の大きさを基準撮影面積とすると、6台のカメラ端末110A～Fの基準撮影面積の総和は監視対象領域130の面積より大きいものとする。
- [0065] また、各カメラ端末110A～Fの視線方向は、各カメラ端末110A～Fの視線と監視対象領域130が交わる点が監視対象領域130内に格子状に並ぶように調整されているものとする。
- [0066] 図16(a)に示された6台のカメラ端末110A～Fは、通信ネットワーク112を介して撮影領域140A～Fに関する情報を通信し合い、監視担当領域決定部214によって監視担当領域150を決定する。これにより、監視対象領域130は、図16(b)に示されるように、各カメラ端末110A～Fがそれぞれ担当する監視担当領域150A～Fに分割される。
- [0067] 次に、図17を用いて、各カメラ端末110A～Fが撮影領域を変更する様子について説明する。ここで、撮影領域140A～Fは、それぞれ、各カメラ端末110A～Fの撮影領域である。撮影範囲決定部215により、各カメラ端末110A～Fに対して、それぞれ、監視担当領域全体が映る状態において撮影領域140A～Fの面積が最も小さくなる時の焦点距離(目標焦点距離)が求められ、カメラ制御部216、焦点制御部204により、焦点距離が調整されることで、図17(b)に示されるように、監視対象領域(床面)全体がくまなく撮影される。
- [0068] 以上のように、本実施の形態の監視システムによれば、所定の監視対象領域130に対して、適当な設置位置と設置方向に複数のカメラ端末を設置した場合において、各カメラ端末の撮影範囲を予め調整しなくても、複数のカメラ端末が監視対象領域の形状等に合わせて、監視対象領域全体が撮影されるように撮影範囲を自動的に

調整するため、複数のカメラ端末の設置作業等において撮影領域の調整にかかる手間が軽減される。

[0069] 次に、監視システム内の任意のカメラ端末が故障などにより停止した場合について説明する。

[0070] 図18は、6台のカメラ端末111A～Fにより、監視対象領域130を撮影している様子を示している。本図において、図8と同じ構成要素については同じ記号を記載し説明を省略する。

[0071] いま、図18(a)に示される監視システムのうち、1台のカメラ端末111Bが故障や保守点検によって撮影領域140Bが消失した場合(図18(b))には、図13に示されたフローチャートのステップ103において、残りのカメラ端末と互いの監視担当領域150A等が再度決定され、ステップ104において、各自の撮影領域の範囲が変更されるので、再び、監視対象領域130をくまなく撮影し続けることができる(図18(c))。また、対象物(例えば人物)をズームアップ撮影することにより、撮影領域の位置と範囲が変化した場合においても、カメラ端末111Bを協調メンバから除外することで、同様に、監視対象領域130の全体撮影を維持し続けることができる(図18(d))。さらに、故障したカメラ端末110Bが復旧した場合や、監視システムに新しいカメラ端末が追加された場合においても、同様に、図13のフローチャートのステップ103およびステップ104によって再び監視対象領域が再度決定され、各自の撮影範囲が変更され、複数のカメラ端末によって撮影される冗長な領域を減らすことができる。

[0072] なお、本実施の形態では、カメラのズーム制御だけで監視対象領域全体を撮影したが、本実施の形態におけるカメラは、ズーム制御だけでなく、パンチルト制御の機能も有していてもよい。その場合には、ズーム制御だけでなく、パンチルト制御を併せたカメラ制御によって監視対象領域全体を撮影してもよい。

[0073] (実施の形態2)

次に、本発明の実施の形態2における監視システムについて説明する。

[0074] 図19は、本発明の実施の形態2における監視システムの構成を示すブロック図である。この監視システムは、複数のカメラ端末が協調して動作することによって監視対象領域を撮影するシステムであり、通信ネットワーク112と、監視対象領域130全体

を撮影するために十分な台数のズーム制御およびパンチルト制御が可能な同一機能の複数のカメラ端末111A～Nから構成される。各カメラ端末111A～Nは、パンチルト制御により監視対象領域130内を撮影できるような設置位置に分散して固定されている。

- [0075] この監視システムは、監視対象領域130全体を映し出すために、互いの監視担当領域150A～Nの大きさが均一になるように各カメラ端末111A～Nの視線方向を変化させ、さらに、監視担当領域150A～N全体が写るよう焦点距離を調整することで、撮影領域の位置と撮影範囲を自動的に決定する。特に、本実施の形態では、パンチルト等によって撮影領域の位置を調整することのできるカメラ端末111A～Nを用いることにより、実施の形態1と同様に、監視対象領域130をカメラ端末111A～Nの台数と同じ数の監視担当領域150A～Nを決定する際に、各監視担当領域150A～Nの分担範囲が均等な大きさに近づくように、カメラ端末111A～Nの撮影位置を変更する点に特徴を有する。なお、図19において、図8と同じ構成要素については同じ符号を用いて説明を省略する。
- [0076] 各カメラ端末111A～Nは、他のカメラ端末と通信し合うことで、自カメラ端末の監視担当領域を内包する撮影領域を決定し、決定した撮影領域を撮影する装置であり、それぞれ、カメラ104A～N、調整部105A～Nおよび通信部103A～Nを備える。
- [0077] カメラ104A～Nは、それぞれ、撮影領域の位置と撮影範囲を変更する機能（パンチルト制御およびズーム制御）を有するカメラであり、例えば、撮影領域140A～Nの位置と範囲を変更することのできるパンチルトカメラ等である。
- [0078] 調整部105A～Nは、それぞれ、カメラ104A～Nの監視担当領域150A～Nを決定し、撮影領域140A～Nが、それぞれ、対応する監視担当領域150A～N全体を映像に取り込むように撮影方向、撮影範囲の調整を行う処理部である。より詳しくは、例えば、調整部105Aは、実施の形態1における調整部102Aの機能に加えて、自カメラ端末の監視担当領域とその監視担当領域に隣接する監視担当領域とを比較評価することにより、自カメラ端末の監視担当領域がその監視担当領域に隣接する監視担当領域の大きさに近づくように、撮影領域の位置を決定する機能を備える。具体的には、調整部105A等は、カメラの視線が監視対象領域と交わる点（第1基準点

)から監視担当領域の各境界線までの距離が等しくなるように、その点(第1基準点)を動かすことにより、撮影領域の位置を決定する。

[0079] 図20は、各カメラ104A～Nの内部構成を示すブロック図である。各カメラ104A～Nは、パンチルト制御およびズーム制御が可能なカメラであり、レンズ201、撮像部202、画像処理部203および姿勢制御部205を有する。本図において、図9と同じ構成要素については同じ符号を用いて説明を省略する。

[0080] 姿勢制御部205は、レンズ201と撮像部202の間隔を変更し、さらに、レンズ201と撮像部202の撮像面の向きを変更するステップングモータなどの機構であり、図19に示されるようにレンズ201と撮像部202の間隔および向きを変更することによってカメラ104A等の撮影領域の位置と撮影範囲の変更を行う機構部である。なお、カメラ104A等により撮影されている撮影領域の位置の算出方法については後述する補足説明1において説明する。

[0081] 図21は、各調整部105A～Nの内部構成を示すブロック図である。各調整部105A～Nは、協調監視メンバ選択部211、協調監視メンバ記憶部212、監視対象領域マップ記憶部213、監視担当領域決定部214、撮影範囲決定部215、カメラ制御部216および監視担当領域比較評価部217を有する。本図において、図10と同じ構成要素については同じ符号を用いて説明を省略する。

[0082] 監視担当領域比較評価部217は、自カメラ端末の監視担当領域とその監視担当領域に隣接する監視担当領域とを比較評価することにより、自カメラ端末の監視担当領域がその監視担当領域に隣接する監視担当領域の大きさに近づくように、撮影領域の位置を決定する処理部である。つまり、互いに隣接する周囲のカメラ端末の監視担当領域と自身の監視担当領域との大きさを比較評価し、評価値が所定の目標値に近づくようにカメラ104A等の視線方向を変更する。具体的には、監視担当領域比較評価部217は、カメラの視線が監視対象領域と交わる点(第1基準点)から監視担当領域の各境界線までの距離が等しくなるように第1基準点を動かすことにより、撮影領域の位置を決定する。

[0083] 次に、実施の形態2における監視システムの動作手順について説明する。図22は、カメラ端末111A～Nの動作手順を示したフローチャートである。ここでは、カメラ端

末111Aの動作手順を説明する。なお、本図において、ステップ101からステップ102までは図13と同じ動作手順であるため、同じ符号を用いて説明を省略する。

- [0084] 通信部103Aは、協調監視メンバ選択部211において協調監視メンバに選別されたカメラ端末と監視領域の位置と撮影範囲の特定に関する情報の通信を行う(ステップ102a)。なお、ステップ101、ステップ102、ステップ102aにおいて、協調監視メンバ選択部211が既に協調監視メンバを選別している場合には、ステップ101、ステップ102を省略し、協調監視メンバとのみ通信を行うことにより、通信ネットワーク112内の不必要なトラフィックの増加を防いだり、各処理部でのデータ処理の量の削減を図ったりする効果が得られる。また、監視システムを構成するカメラ端末111A～Nの台数に比べて通信ネットワーク112の通信容量が十分に大きい場合やカメラ端末内の各処理部の性能が十分に高い場合等においては、協調監視メンバ選択部211を含まない構成や、処理(ステップ102)を省略した動作手順であってもよい。
- [0085] 図22において、ステップ103およびステップ104は、図13と同じ動作手順であるため、同じ符号を用いて説明を省略する。
- [0086] 次に、監視担当領域比較評価部217は、互いに隣接する周囲のカメラ端末の監視担当領域と自身の監視担当領域150Aとの大きさを比較評価し(ステップ105)、その結果得られた評価値が所定の目標値を満足しているか(例えば、2つの監視担当領域の大きさの差が一定のしきい値より小さいか)を判断する(ステップ106)。その結果、満足している場合には、同様の処理を繰り返し(ステップ102aへ)、一方、満足していない場合には、その評価値が所定の目標値に近づくようにカメラ104Aの視線方向を変更する(ステップ107)。
- [0087] ここで、ステップ101からステップ104までの動作手順によって監視対象領域130内の任意の方向を向けて設置された6台のカメラ端末111A～Fに対して割り当てられた監視担当領域150A～Fが調整される前後の様子の一例を図23に示し、カメラ端末111Aに注目して、ステップ107におけるカメラ端末111Aの具体的な動作について説明する。また、図24にカメラ端末111Aの視線の先(第1基準点、つまり、撮影画像の中心部に映し出される場所)から監視担当領域150Aの境界線までの距離と位置関係を示す。

[0088] 図23、図24において、図19と同じ構成要素については、同じ記号を付与し説明を省略する。カメラ104Aの監視担当領域比較評価部217は、各カメラ104A～Fの監視担当領域150の分担範囲が均一の大きさに近づくように、図24に示したカメラ端末111Aの視線の先から監視担当領域150Aの各境界線までの距離が等しくなるように視線方向を変更させる。

[0089] ここで、各カメラ104A～Fの視線の先から監視担当領域150A～Fの各境界線までの距離を全て等しい値に近づけることは、互いに監視担当領域が隣接するカメラの視線の先とその境界線までの距離もまた等しくなることから、全てのカメラ104A～Fにおいて、視線の先から監視担当領域150A～Fの各境界線まで距離を均一な値に近づける効果を与える。

[0090] 各カメラ104A～Fの監視担当領域比較評価部217は、以下に示される式1に示されるカメラの視線の向き(θ_{Pan} 、 θ_{Tilt})を変数とする評価関数Fを用いて、視線の先から監視担当領域150の境界線、また監視対象領域130の境界線までの距離に対して評価値を求め、さらに求められた評価値が最小値に近づく方向にカメラの視線の向きを制御する。

[0091] [数1]

$$F(\theta_{Pan}^i, \theta_{Tilt}^i) = \frac{1}{N} \sum_j^N (Dist_{ij} - Dist_{ave})^2 \quad - (式1)$$

[0092] 上記式1の評価関数Fにおいて、Nは監視担当領域150の境界線の数を示している。また $Dist_{ij}$ は視線の先から監視担当領域150の各境界線までの距離を表し、 $Dist_{ave}$ は $Dist_{ij}$ の平均値を表している。すなわち、上記式1の評価関数Fは、カメラの視線の先から監視担当領域境の各境界線までの距離の分散の値を表している。

[0093] ここで、図23(a)に示されるカメラ端末111Aの場合を例に評価値を求めると、図24に示されるように、監視担当領域150Aの各境界線までの各距離 $Dist_{AL1}$ 、 $Dist_{AL2}$ 、 $Dist_{AB}$ 、 $Dist_{AC}$ を、以下に示される式2、式3、式4、式5により求める。

[0094] [数2]

$$Dist_{AB} = \frac{1}{2} \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2} \quad - (式2)$$

[0095] [数3]

$$Dist_{AC} = \frac{1}{2} \sqrt{(x_c - x_A)^2 + (y_c - y_A)^2} \quad - (式3)$$

[0096] [数4]

$$Dist_{AL1} = \sqrt{(x_{L1} - x_A)^2 + (y_{L1} - y_A)^2} \quad - (式4)$$

[0097] [数5]

$$Dist_{AL2} = \sqrt{(x_{L2} - x_A)^2 + (y_{L2} - y_A)^2} \quad - (式5)$$

[0098] またDist_{ave}については、以下に示される式6により求める。

[0099] [数6]

$$Dist_{ave} = \frac{1}{N} \sum_i^N Dist_i \quad - (式6)$$

[0100] 次に評価関数Fによって与えられる評価値が小さくなる方向にカメラの視線の向けるために、最急降下法を用いてカメラのパン角 θ_{Pan} 、チルト角 θ_{Tilt} の値を変化させる。具体的には姿勢制御部205は、カメラ104Aの回転角(パン角 θ_p 、チルト角 θ_r)によって上記式1に示される評価関数Fを偏微分した関数を用いて、以下に示される式7の更新式によってカメラ104Aの回転角(パン角 θ_{Pan} 、チルト角 θ_{Tilt})を変更する。

[0101] [数7]

$$\begin{cases} \frac{\partial \theta_{Pan}}{\partial t} = - \sum_i^N \alpha_i \frac{F(\theta_{Pan}^i, \theta_{Tilt}^i)}{\partial \theta_{Pan}^i} \\ \frac{\partial \theta_{Tilt}}{\partial t} = - \sum_i^N \beta_i \frac{F(\theta_{Pan}^i, \theta_{Tilt}^i)}{\partial \theta_{Tilt}^i} \end{cases} \quad - (式7)$$

(ただし、 α_i 、 β_i は係数)

[0102] なお、評価関数Fは、上記式7以外であってもよく、カメラ104Aの視線方向(θ_{Pan} 、 θ_{Tilt})を変更可動な範囲においてカメラ104Aの視線の先(撮影画像の中心部に映し出される場所)から監視担当領域の境界線までの距離が全て等しい時に最小値をとる勾配系の関数であればよい。

[0103] 最後に、協調監視メンバ選択部211は、協調監視メンバの変更の必要性を判断す

る(ステップ108)。変更が必要であればステップ101に戻り、必要がなければステップ102aに戻る。ここで協調監視メンバの変更の必要な場合の例としては、カメラ104Aの視線方向を調整することで撮影領域の位置が大きく変化した場合や、故障等によって協調監視メンバの一部と通信が途絶えてしまった場合、新しく監視システムに追加された新しいカメラ端末から協調監視メンバの再選択要求があった場合等が挙げられる。

[0104] また、ステップ101からステップ107を繰り返す過程において、上記式7に従って各カメラ端末111A～Fが視線方向(パン角 θ_p 、チルト角 θ_t)を調整することにより、図23(a)の監視担当領域150A～Fは、図23(b)の状態へ変更される。

[0105] 以上のように、本実施の形態における構成と手順によれば、複数のカメラ端末は、互いの監視担当領域の分担範囲が均一な大きさに近づくように、視線方向を変えることで監視担当領域の位置と範囲を調整し、さらに監視担当領域全体が映るように撮影領域の撮影範囲を変更することにより、監視対象領域全体が監視システムによりくまなく撮影されるように撮影領域の位置と撮影範囲が自動的に変更される。

[0106] 図25に実施の形態2における監視システムの動作例を示す。本図において、図19と同じ構成要素については同じ番号を記載し説明を省略する。

[0107] 図25(a)は、部屋の床面を監視対象領域130として、室内の様子を撮影するために6台のカメラ端末111A～Fが室内の適当な位置に設置されている様子を示している。また6台のカメラ端末111A～Fは監視対象領域130をくまなく撮影するために十分な台数であり、図12(b)に示されるようにカメラの画角が最大の時に、撮像部202の撮像面が監視対象領域130に対して平行になる状態で撮影された撮影領域の面積の9分の1の大きさを基準撮影面積とすると、6台のカメラ端末111A～Fの基準撮影面積の総和は監視対象領域130の面積より大きいものとする。また、各カメラ端末111A～Fの設置方向は、パンチルト制御によって監視対象領域130内を撮影できる向きにそれぞれ調整されているものとする。

[0108] カメラ端末111A～Fは、実施の形態1のカメラ端末と同様の動作に加えて、監視担当領域比較評価部217によりカメラの視線の先から監視対象領域の各境界線までの距離が均一の長さになるように視線方向を決定し、カメラ制御部216、姿勢制御部2

05によりカメラの撮影領域の位置と撮影範囲を調整することにより、図25(b)に示されるように、撮影領域の位置と範囲を変更することができる。

[0109] 以上のように、実施の形態2では、監視に必要な台数のカメラ端末を監視対象領域の撮影可能な適当な位置と向きに設置するだけで、各カメラ端末は撮影領域の位置と撮影範囲を予め調整しておかなくても、監視対象領域の形状に合わせて、全体がくまなく撮影されるように撮影領域の位置と撮影範囲を決定することができるため、複数のカメラ端末の設置作業等において撮影領域の位置と撮影範囲の調整にかかる手間が軽減される。

[0110] また、実施の形態2の監視システムでは、実施の形態1と同様に、故障や保守点検等により複数台のカメラ端末のうち任意のカメラ端末の撮影領域が消失してしまった場合や、パンチルト等の制御によって撮影領域が移動した場合においても、残りのカメラ端末が監視担当領域を再度決定し、各自の撮影領域の範囲を変更するので、常に監視対象領域の全体撮影を維持し続けることができる。

[0111] (実施の形態3)

次に、本発明の実施の形態3における監視システムについて説明する。

[0112] 本発明における実施の形態1および2では、複数のカメラ端末が互いの撮影領域の位置関係から各自が監視を担当する監視担当領域を決定し、さらに自身の撮影領域が監視担当領域を内包するようにズーム制御などにより画角を調整することにより、監視対象領域全体の撮影を自動的に行った。

[0113] 本発明における実施の形態3では、さらに各カメラ端末の撮影領域の位置関係を変更することにより、各カメラ端末の監視担当領域の形状を撮影領域の形状に近づくように調整し、これにより、撮影領域が同監視担当領域を内包する効率を高め、結果、他のカメラ端末の監視担当領域や、監視対象領域以外の領域など、不必要な領域の撮影が少ない監視システムを実現している。

[0114] まず、撮影領域の形状と監視担当領域の形状を近づけることにより、撮影効率が高められることについて、説明する。

[0115] 実施の形態1および2においては、各カメラ端末は、それぞれ、自身の監視担当領域全体を覆うように、各撮影領域の大きさ(あるいは、大きさと位置)を調整することで

監視対象領域130全体の監視を実現していた。このため、監視担当領域と撮影領域の形状が異なる場合において、監視担当領域を覆うように撮影領域を調整すると、撮影領域が監視担当領域以外の領域を撮影してしまうことがある。この監視担当領域以外の領域は、他のカメラ端末が撮影を担当する領域、または、監視対象領域以外の領域である。

[0116] 具体的には、図26(a)に示されるカメラ端末110Aの監視担当領域150Aおよび撮影領域140Aの例のように、監視担当領域150A以外の領域を撮影することは、他カメラ端末の撮影領域までも重複して撮影する、または、監視対象領域130以外の不必要な領域までも撮影することになり、撮影効率が悪い。

[0117] 一方、図26(b)の例に示すように、監視担当領域150Aの形状が撮影領域140Aの形状に近い場合には、撮影領域140Aにおいて監視担当領域150A以外の領域が占める割合が小さくなるため、結果、上記重複した撮影領域、または不必要な撮影領域を少なくすることとなり、撮影効率を良くすることができる。

[0118] そこで、本実施の形態では、監視システムを構成する各カメラ端末は、撮影領域の形状と監視担当領域の形状を近づける制御をする。以下、その方法について説明する。

[0119] 監視担当領域の形状は、実施の形態1で説明したように、カメラ端末の視線方向によって決定される。このためカメラ端末の視線方向を変更することで、監視担当領域の形状を撮影領域の形状に近づくように変更することができる。このため、まず、カメラ端末の視線方向を決定するパラメータを独立変数として、撮影領域の形状と監視担当領域の形状の違いを評価する微分可能な勾配形の評価関数Gを設ける。次に、撮影領域の形状と監視担当領域の形状が一致する時に、評価関数Gにより与えられる評価値を目標値とする。さらに、評価関数Gの評価値が目標値に近づくようにカメラ端末の視線方向決定するパラメータを調整することで、カメラ端末の視線方向を変更し、結果、監視担当領域の形状を変更する。

[0120] なお、評価関数Gの評価値を目標値に近づくようにカメラ端末の視線方向を調整する方法としては、撮影領域の形状と監視担当領域の形状が一致する時に、最小値(極小値)となる関数として評価関数Gを設計しておき、さらに最急降下法等を用いて、

同関数に対し評価値が最小値(極小値)に近づくようにカメラ端末の視線方向を決定するパラメータを更新していくことにより、カメラ端末の視線方向の調整を行う。

[0121] 以上説明したように、撮影領域の形状と監視担当領域の形状の違いを評価する評価関数 G を設け、さらに際急降下法を用いることで撮影領域の形状と監視担当領域の形状がに近づくように、監視担当領域の視線方向を変更することができる。

[0122] 次に、撮影領域の形状と監視担当領域の形状の違いを評価する評価関数 G の設計について説明する。評価関数 G は、撮影領域の形状と監視担当領域の形状の違いを評価するために、カメラ端末の視線の先が監視対象領域と交わる点を基準点として、基準点を通る任意の複数の方向に対して、基準点から撮影領域の境界線までの距離と基準点から監視担当領域の境界線までの距離の比率を求め、その分散を求める関数とする。このため、評価関数 G は撮影領域の形状と監視担当領域の形状が一致する時には、基準点から各撮影領域の境界線までの距離と基準点から監視担当領域の境界線までの距離との比率が全ての方向に対して等しくなるため、その分散は0となり、結果、最小値(極小値)を与える関数となる。また、評価関数 G は、カメラの視線方向を決定するパラメータであるパン角 θ_{Pan} 、チルト角 θ_{Tilt} を独立変数とする微分可能な関数とする。

[0123] ここで、図27(a)、図27(b)、図28(a)、図28(b)に示されるカメラ端末114Aの監視担当領域150Aと撮影領域140Aの例を用いて、具体的な評価関数 G の一例について説明する。

[0124] 図27(a)は、撮影領域140Aが監視担当領域150Aを内包している場合の一例を示す図である。また、図27(b)は、撮影領域140Aが監視担当領域150Aを内包する途中にある場合や、カメラ106の画角を最大に広げても監視担当領域150Aを内包しきれない場合の一例を示す図である。

[0125] 図27(a)および図27(b)のいずれの場合においても、撮影領域140Aと監視担当領域150Aの形状の違いを比較するために、図28(a)、図28(b)に示すようにカメラ端末114Aの視線と監視対象領域130が交わる点を基準点 O 、また、点 O から監視担当領域150Aの各境界線に引いた垂線との交点を点 P_i 、さらに点 O から点 P_i に向けて伸ばした半直線と撮影領域140Aの境界線が交わる点 Q_i として、線分 OP_i と線分

○ Q_i の長さの比率の分散を求める以下に示される式8として評価関数Gを設計する。

[0126] [数8]

$$G(\theta_{\text{Pan}}, \theta_{\text{Tilt}}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (R_i - R_{\text{ave}})^2 \quad - \text{(式8)}$$

[0127] 上記式8において、Nは、監視担当領域150Aと隣接する他のカメラ端末の監視担当領域の数、または、監視対象領域130の境界線の数の総数である。また、 R_i および R_{ave} は、それぞれ、以下に示される式9、式10で定義される値である。

[0128] [数9]

$$R_i = \frac{|OQ_i|}{|OP_i|} \quad - \text{(式9)}$$

[0129] [数10]

$$R_{\text{ave}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_i \quad - \text{(式10)}$$

[0130] 上記式9において $|OQ_i|$ は、Oから Q_i までの距離である。また、 $|OP_i|$ はOから P_i までの距離である。

[0131] 以上説明したように、上記式8で表わされる関数を定義することで、撮影領域140Aと監視担当領域150Aの形状が一致する場合には、基準点から各 Q_i と R_i との比率全ての R_i が等しくなるため、評価値は0(最小値)となり、一方、撮影領域140Aと監視担当領域150Aの形状が異なる場合には、基準点から各 Q_i と R_i との比率 R_i の値にバラつきが生じるため、評価値が大きくなる評価関数Gを得ることができる。

[0132] 次に、上記式8の評価関数Gにより与えられる評価値が小さくなるように、視線方向を決定するパラメータであるパン角 θ_{Pan} 、チルト角 θ_{Tilt} の調整について説明する。評価関数Gは、パン角 θ_{Pan} 、チルト角 θ_{Tilt} を独立変数とする関数であり、撮影領域140Aと監視担当領域150Aの形状が一致する時に最小値をとる微分可能な関数であるため、最急降下法を用いることにより、評価関数Gの評価値が最小値に近づくように、カメラ端末のパン角 θ_{Pan} 、チルト角 θ_{Tilt} の値を調整することが可能である。このため、上記式8をそれぞれパン角 θ_{Pan} 、チルト角 θ_{Tilt} で偏微分した項を含む以下に示される式11を求める。

[0133] [数11]

$$\begin{cases} \frac{\partial \theta_{Pan}}{\partial t} = -\gamma_i \frac{G(\theta_{Pan}, \theta_{Tilt})}{\frac{\partial G(\theta_{Pan}, \theta_{Tilt})}{\partial \theta_{Pan}}} \\ \frac{\partial \theta_{Tilt}}{\partial t} = -\delta_i \frac{G(\theta_{Pan}, \theta_{Tilt})}{\frac{\partial G(\theta_{Pan}, \theta_{Tilt})}{\partial \theta_{Tilt}}} \end{cases} \quad - (式11)$$

[0134] 上記式11において、 γ_i 、 δ_i は、係数である。上記式11は、評価関数Gの評価値を小さくするようにカメラ端末のパン角 θ_{Pan} 、チルト角 θ_{Tilt} の値を更新していく微分方程式である。上記式11に従ってパン角 θ_{Pan} 、チルト角 θ_{Tilt} を更新していくことにより、各カメラ端末の撮影領域140Aの形状と監視担当領域150Aの形状が近づき、これにより、撮影領域140Aにおいて監視担当領域150A以外の領域が占める割合が小さくなるため、結果、他のカメラ端末の監視担当領域、または監視対象領域130以外の不必要な領域の撮影を少ない撮影を自動的に行うことができる。

[0135] なお、上記説明では、撮影領域140Aの形状と監視担当領域150Aの形状の違いを評価するために点Oから監視担当領域150Aの各境界線に引いた垂線と各境界線が交わる点を点P_i、さらに、点Oから点P_iに向けて伸ばした半直線と撮影領域140Aの境界線が交わる点を点Q_iとして評価関数Gを設計したが、これ以外にも、例えば、点Oから撮影領域140Aの各境界線に引いた垂線と各境界線が交わる点を点Q_i、さらに、点Oから点Q_iに向けて伸ばした半直線と監視担当領域150Aの境界線が交わる点を点P_iとするなど、撮影領域140Aの形状と監視担当領域150Aの形状の違いを評価することのできる位置に点P_i、点Q_iを設けた評価関数Gを用いても良い。

[0136] また、評価関数Gは上記式8以外であってもよく、カメラ端末の視線方向(θ_{Pan} 、 θ_{Tilt})が変更可動な範囲において撮影領域140Aと監視担当領域150Aの形状が一致する、または、形状が最も近い時に最小値をとる勾配系の関数であればよい。

[0137] さらに、上記説明では、撮影領域140Aの形状と監視担当領域150Aの形状の違いを評価するために、点Oから点P_iまでの距離と、点Oから点Q_iまでの距離との比率R_iの分散を評価の指標としたが、撮影領域140Aと監視担当領域150Aの論理和領域において撮影領域140Aと監視担当領域150Aの重複領域が占める面積の割合を評価の指標とする評価関数Gを用いてもよい。

[0138] 次に、以上のような監視担当領域の形状を撮影領域の形状に近づくように調整す

る機能を備えるカメラ端末からなる本発明の実施の形態3における監視システムの構成について説明する。

- [0139] 図29は、本発明の実施の形態3における監視システムの構成を示すブロック図である。実施の形態3の監視システムは、複数のカメラ端末が協調して動作することによって監視対象領域を撮影するシステムであり、通信ネットワーク112と、監視対象領域130全体を撮影するために十分な台数のズーム制御およびパン、チルト操作等により画角と視線方向の調整が可能な同一機能の複数のカメラ端末114A～Nから構成されている。
- [0140] 各カメラ端末114A～Nは、他のカメラ端末と通信し合うことで、自カメラ端末の監視担当領域を内包する撮影領域を決定し、決定した撮影領域を撮影する装置であり、それぞれ、カメラ106A～N、調整部107A～Nおよび通信部103A～Nを備える。
- [0141] 本実施の形態3における監視システムの構成は、図8に示す本実施の形態1における監視システムの構成に対し、視線方向が固定されているカメラ101A～Nに代えて、パン・チルト・ズームカメラ等のように画角と視線方向の調整可能なカメラ106A～Nに変更されている点、および、監視担当領域150A～Nを決定し、これを覆うようにカメラ101A～Nの撮影領域140A～Nを調整する調整部102A～Nに代えて、さらに撮影領域140A～Nにおいて監視担当領域150A～N以外の領域の割合を小さくするようにカメラ106A～Nの視線方向を調整する調整部107A～Nに変更されている点が異なる。
- [0142] つまり、カメラ106A～Nは、それぞれ、画角だけでなく、視線方向を制御する機能（パンチルト制御およびズーム制御）を有するカメラである。そして、調整部107A～Nは、それぞれ、実施の形態1における調整部102A～Nの機能に加えて、撮影領域の形状と監視担当領域の形状が近づくように、カメラの視線の方向を調整する機能を有する。具体的には、調整部107A～Nは、撮影領域の形状と監視担当領域の形状との違いを評価する評価関数において、撮影領域の形状と監視担当領域の形状とが一致する時の評価値を目標値とした場合に、評価関数の評価値が目標値に近づくように、カメラの視線方向を決定する。ここで、評価関数としては、例えば、カメラの視線が前記監視対象領域と交わる点を基準点とした場合に、基準点を通る複数の方

向について、基準点から監視担当領域の境界線まで距離と基準点から撮影領域の境界線までの距離との比率の分散を示す関数であり、その目標値としては、ゼロである。

[0143] 以下、図29において図8に示した実施の形態1における監視システムと同じ構成要素については同じ符号を用いて、同構成要素の説明を省略する。

[0144] 次に、実施の形態1から変更されたカメラ106A～Nの構成について説明する。図30は、本実施の形態3における各カメラ106A～Nの構成を示すブロック図である。各カメラ106A～Nは、パンチルト制御およびズーム制御が可能なCCDカメラ等であり、レンズ201、撮像部202、画像処理部203、焦点制御部204および視線方向制御部207を有する。本実施の形態3における各カメラ106A～Nの構成は、図9に示す本実施の形態1におけるカメラ101A～Nの構成に対し、カメラの視線を調整する視線方向制御部207が追加された点が異なる。図30において図9に示した本実施の形態1におけるカメラ101と同じ構成要素については同じ符号を用いて、同構成要素の説明を省略する。

[0145] 視線方向制御部207は、カメラの視線方向をパン、チルト操作するためにレンズ201や撮像部202の向きを調整するステッピングモータなどの機構である。

[0146] なお、実施の形態1では、焦点制御部204は、レンズ201と撮像部202の間隔である焦点距離をステッピングモータ等で制御することにより撮影領域の範囲を調整する機構としたが、例えば、レンズ201が複数枚あり、各レンズ201の間隔をステッピングモータ等で制御することにより撮影領域の範囲を調整する機構など、焦点制御部204は一般的に知られるカメラの撮影領域の範囲を調整可能な機構であれば良い。

[0147] 次に、実施の形態1から変更された調整部107A～Nの構成について説明する。図31は、本実施の形態3における各調整部107A～Nの構成を示すブロック図である。各調整部107A～Nは、協調監視メンバ選択部211、協調監視メンバ記憶部212、監視対象領域マップ記憶部213、監視担当領域決定部214、撮影範囲決定部215、カメラ制御部216、領域形状比較評価部220および視線方向調整部222を有する。本実施の形態3における各調整部107A～Nの構成は、図10に示す本実施の形態1における調整部102A～Nの構成に対し、領域形状比較評価部220および視線

方向調整部222が追加された点が異なる。図31において、図10に示した実施の形態1における調整部102A～Nと同じ構成要素については同じ符号を用いて、同構成要素の説明を省略する。

- [0148] 領域形状比較評価部220は、撮影領域と監視担当領域の形状の違いを評価するために、上記式8の評価関数Gを用いることで撮影領域において監視担当領域以外の領域が占める割合を評価する値を算出する処理部である。
- [0149] 視線方向調整部222は、領域形状比較評価部220において評価関数Gより求められた評価値を減少させるために、上記式11の方程式に従って、カメラ104A等の視線方向(パン角 θ_{Pan} 、チルト角 θ_{Tilt})を調整する制御内容を決定する処理部である。
- [0150] 以上の構成によれば、本実施の形態3における監視システムは、実施の形態1における監視システムに対し、カメラ106A～Nの視線も調整可能とし、この視線の調整に関する制御を行う視線方向制御部207および領域形状比較評価部220および視線方向調整部222が追加された点が異なる。このため、追加された構成要素により、一度視線が決定されれば、つまり、視線が固定となれば、その他の構成要素の点では実施の形態1と同じ構成要素をもつ本実施の形態の監視システムは、実施の形態1の監視システムと同様に、監視対象領域130をくまなく撮影することができることは自明である。
- [0151] 次に、本発明の実施の形態3における監視システムの動作について説明する。なお、実施の形態1における監視システムと同じ構成要素の動作については説明を省略する。
- [0152] まず、実施の形態3におけるカメラ端末114A～Nの一連の動作手順について説明する。図32は、カメラ端末114A～Nの動作手順を示したフローチャートである。ここでは、カメラ端末114Aの動作手順を説明する。
- [0153] ステップ101とステップ102については、図13に示す実施の形態1のフローチャートにおけるステップ101、ステップ102と同じ動作手順であるため説明を省略する。
- [0154] 通信部103Aは、協調監視メンバ選択部211において協調監視メンバに選別されたカメラ端末114B等と監視領域の位置と撮影範囲の特定に関する情報の通信を行う(ステップ102a)。次に、ステップ103とステップ104は、図13に示す実施の形態1

のフローチャートにおけるステップ103、ステップ104と同じ動作手順であるため説明を省略する。

- [0155] 続いて、領域形状比較評価部220は、自身の撮影領域140Aにおいて監視担当領域150Aとそれ以外の領域の割合を評価する(ステップ109)。次に、視線方向調整部222は、その結果得られた評価値が所定の目標値以下になっているかを判断する(ステップ110)。
- [0156] そして、目標値以下となっている場合には、同様の処理を繰り返す(ステップ102aへ戻る)、一方、目標値以下となっていない場合には、その評価値が所定の目標値に近づくようにカメラ106の視線方向を変更する(ステップ112)。次に、協調監視メンバー選択部211は、協調監視メンバーの変更の必要性を判断する(ステップ108)。
- [0157] そして、変更が必要であればステップ101に戻り、必要がなければステップ102aに戻る。ここで、協調監視メンバーの変更の必要な場合の例としては、カメラの視線方向を調整することで撮影領域の位置が大きく変化した場合や、故障等によって協調監視メンバーの一部と通信が途絶えてしまった場合、新しく監視システムに追加された新しいカメラ端末から協調監視メンバーの再選択要求があった場合等が挙げられる。
- [0158] 以上説明したように、図32のフローチャートのステップ101からステップ112(特にステップ109およびステップ112)に従って各カメラ端末が視線方向(パン角 θ_p 、チルト角 θ_t)を調整することにより、各カメラ端末の撮影領域において監視担当領域以外の領域を撮影する割合が小さくなるように動作する。
- [0159] なお、ステップ101、ステップ102、ステップ102aにおいて、協調監視メンバー選択部211が既に協調監視メンバーを選別している場合には、ステップ101、ステップ102を省略し、協調監視メンバーとのみ通信を行うことにより、通信ネットワーク112内の不要なトラフィックの増加を防いだり、各処理部でのデータ処理の量の削減を図ったりする効果が得られる。これは、ステップ110からステップ102aへ、ステップ108からステップ102aへの移行する流れによって実現される。
- [0160] また、監視システムを構成するカメラ端末の台数に比べて通信ネットワーク112の通信容量が十分に大きい場合やカメラ端末内の各処理部の性能が十分に高い場合等においては、協調監視メンバー選択部211を含まない構成や、処理(ステップ102)を

省略した動作手順であってもよい。

- [0161] 次に、実施の形態3における監視システム全体の動作について説明する。図33(a)、図33(b)に実施の形態3における監視システム全体の動作例を示す。図33において、図26の監視システムと同じ構成要素については同じ符号を用いる。
- [0162] 図33(a)は、部屋の床面を監視対象領域130として、室内の様子を撮影するために5台のカメラ端末114A、C、D、E、Fが室内の適当な位置に設置されている様子を示している。また5台のカメラ端末114A～Fは、監視対象領域130をくまなく撮影するために十分な台数であり、図12(b)に示されるようにカメラの画角が最大の時に、撮像部202の撮像面が監視対象領域130に対して平行になる状態で撮影された撮影領域の面積の9分の1の大きさを基準撮影面積とすると、5台のカメラ端末114A～Fの基準撮影面積の総和は監視対象領域130の面積より大きいものとする。また、各カメラ端末114A～Fの設置方向は、パンチルト制御によって監視対象領域130内を撮影できる向きにそれぞれ調整されているものとする。
- [0163] 図33(a)に示す例では、カメラ端末114Aおよび114Cの撮影領域140Aおよび140Cは、それぞれ、監視担当領域150Aおよび150Cを内包するために撮影範囲(画角)を広げたことにより、他のカメラ端末114の監視担当領域や監視対象領域130以外の領域までも撮影しており、撮影効率が悪い。
- [0164] しかし、実施の形態3における監視システムは、実施の形態1の監視システムと同様の動作に加えて、領域形状比較評価部220と視線方向調整部222により、各撮影領域と各監視担当領域の形状が近づくようにカメラの視線方向を調整することにより、つまり、図33(b)に示す例のように、カメラ端末114Aおよび114Cの撮影領域140Aおよび140Cが、各カメラ端末の視線方向を変更することで、それぞれ、監視担当領域150Aおよび150Cの形状を調整することにより、自身の監視担当領域以外を撮影する割合が小さくなり、他のカメラ端末の監視担当領域や監視対象領域130以外などの不必要な領域を撮影することが少ない、効率の良い撮影をすることができる。
- [0165] 以上説明したように、実施の形態3における監視システムは、例えば、屋内ホールやビル、街頭やスタジアム等、1台のカメラ端末では全体を撮影しきれない広い領域を複数のカメラ端末でくまなく同時に監視し続ける場合において、監視対象領域全

体が撮影されるように予め正確に各カメラ端末の監視担当領域を決定しなくても、各カメラ端末が監視担当領域を撮影できる位置と向きに設置するだけで、他のカメラ端末の監視担当領域や監視対象領域以外の領域などの不必要な領域までも撮影することにより撮影効率の低下をまねくことなく、監視対象領域全体がくまなく撮影されるように複数のカメラ端末の視線方向と画角の大きさを自動的に調整することができる。このため、複数のカメラ端末の設置作業等において、それぞれの撮影領域の調整にかかる手間を軽減することができる。

- [0166] なお、実施の形態3においては、できるだけ他のカメラ端末の監視担当領域や監視対象領域以外の領域などの不必要な領域を撮影することが少ない、撮影効率の良い監視対象領域全体の監視を行うためにパン、チルト、ズームの調整を行ったが、パン、チルト、ズームの調整以外にも、ロール(カメラ端末の光軸に対する回転)の調整が可能なカメラ端末を用いる場合には、カメラ端末を光軸を中心に回転させることで、例えば、図34(a)に示す状態から、図34(b)に示す状態へと撮影領域140を調整することで、撮影効率を良くすることができる。
- [0167] ロールの制御方法については、パン、チルト操作の場合と同様に、上記式8の評価関数Gに対して最急降下法を用いることにより、カメラ端末のロール角 θ_{Roll} をより撮影効率の良い状態に近づける方法をとることができる。具体的には、上記式8の評価関数Gをロール角 θ_{Roll} で偏微分した項を含む以下に示される式12に従って、ロール角 θ_{Roll} を調整することで、他のカメラ端末114の監視担当領域150や、監視対象領域130以外の不必要な領域の撮影が少ない状態になるように近づけることができる。

[0168] [数12]

$$\frac{\partial \theta_{Roll}}{\partial t} = -\varepsilon_i \frac{G(\theta_{Pan}, \theta_{Tilt}, \theta_{Roll},)}{\partial \theta_{Roll}} \quad - (式12)$$

[0169] 上記式12において、評価関数Gは、パン角 θ_{Pan} 、チルト角 θ_{Tilt} 、ロール角 θ_{Roll} を独立変数とする関数である。また ε_i は係数である。

[0170] また、実施の形態1および実施の形態3において、監視担当領域決定部214は、図15に示すように、近隣の領域を撮影する他のカメラ端末の視線の先と、カメラ端末自身の視線の先を結ぶ線分に対して垂直二等分線を引き、自身の視線の先を取り囲

む垂直二等分線または監視対象領域130の境界線によって監視担当領域150を決定した。

[0171] これに対し、例えば、図35(a)の斜線で示す監視担当領域150A内において、他のカメラ端末の撮影領域により撮影される領域が存在する場合には、図35(b)の斜線で示す領域151のように、監視担当領域から他のカメラ端末により既に撮影されている領域を取り除いた領域を監視担当領域としてもよい。このように、監視担当領域150から他のカメラ端末により撮影されている領域を取り除いた領域151を監視担当領域とした場合には、自身の監視担当領域を自カメラ端末と他のカメラ端末によってくまなく撮影しながらも、既に他のカメラ端末によって撮影されていることで撮影の必要がない領域を、さらに自カメラ端末により重複して撮影することを防ぐことができるといった効果が得られる。

[0172] (補足説明1)

次に、本実施の形態における補足説明1として、実施の形態1および2で記したカメラ端末110A～Nおよびカメラ端末111A～Nの撮影領域の算出方法について説明する。

[0173] 図36は、カメラ端末110A～Nおよびカメラ端末111A～Nの撮影領域の算出方法を説明する図である。図36において、レンズ2101は、図9、および図20に示されるレンズ201、撮像面2102は、図9、および図20に示される撮像部202の撮像面、カメラ2103は、図9および図20に示されるカメラ端末に対応している。 X_c 軸2104および Y_c 軸2105および Z_c 軸2106は、お互いに直交し、レンズ201を原点としたカメラ座標軸系を構成する。カメラ2103は、各軸回りに、パン(Y_c 軸2105回り回転)、チルト(X_c 軸2104回り回転)、ロール(Z_c 軸2106回り回転)回転する。それぞれの回転角度を θ_{PC} 、 θ_{TC} 、 θ_{RC} と示す。撮像面2102はレンズ2101より Z_c 軸2106方向にf離れた距離に存在し、 $2W \times 2H$ の大きさをもつ。 X_w 軸2107および Y_w 軸2108および Z_w 軸2109は、お互い直行し、世界(ワールド)座標軸系を構成する。カメラ2103は、世界座標軸系において、(X_{TW} , Y_{TW} , Z_{TW})で示される位置に存在し、同位置を基点として(ΔX_{TW} , ΔY_{TW} , ΔZ_{TW})だけ移動する。

[0174] X_c 軸2104および Y_c 軸2105および Z_c 軸2106で構成されるカメラ座標軸系上のあ

る点 (X_c, Y_c, Z_c) は、以下に示される式13により、 X_w 軸2107および Y_w 軸2108および Z_w 軸2109で構成される世界座標軸上の点 (X_w, Y_w, Z_w) に変換できる。

[0175] [数13]

$$\begin{pmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} X_{TW} \\ Y_{TW} \\ Z_{TW} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta X_w \\ \Delta Y_w \\ \Delta Z_w \end{pmatrix} \quad - (式13)$$

[0176] 上記式13において、 M_{00} から M_{22} を要素とする 3×3 行列値は、カメラ2103の姿勢基準点(カメラ2103の姿勢の回転角度 $(\Theta_{PC}, \Theta_{TC}, \Theta_{RC}) = (0, 0, 0)$)の行列値、 R_{00} から R_{22} を要素とする 3×3 行列値は、カメラ2103の姿勢基準点からの姿勢変位をあらわす行列値、 (X_{TW}, Y_{TW}, Z_{TW}) はカメラ2103の位置基準点(カメラ2103の位置の変位 $(\Delta X_{TW}, \Delta Y_{TW}, \Delta Z_{TW}) = (0, 0, 0)$)の位置、 $(\Delta X_{TW}, \Delta Y_{TW}, \Delta Z_{TW})$ はカメラ2103の位置基準点からの位置変位をあらわす。

[0177] M_{00} から M_{22} を要素とする 3×3 行列値や (X_{TW}, Y_{TW}, Z_{TW}) は、カメラ2103を姿勢基準点および位置基準点に合わせる、または、現在のカメラ2103の姿勢および位置をそれぞれ姿勢基準点および位置基準点とし、以下の文献1に示されるキャリブレーション方法などを用いることにより算出可能であり、本発明の検出領域調整装置の動作開始前に事前に算出しておく。

非特許文献1: R. Tsai. A Versatile Camera Calibration Technique for High-Accuracy 3D Machine Vision Metrology Using Off-the-Shelf TV Cameras and Lenses. IEEE journal of Robotics and Automation, Vol. RA-3, No. 4, pp. 323-344, 1987 R_{00} から R_{22} を要素とする 3×3 行列値は、以下に示される式14のように、カメラ2103の姿勢である回転角度 $(\Theta_{PC}, \Theta_{TC}, \Theta_{RC})$ より算出可能である。

[0178] [数14]

$$\begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \Theta_{RC} & \sin \Theta_{RC} & 0 \\ -\sin \Theta_{RC} & \cos \Theta_{RC} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \Theta_{TC} & \sin \Theta_{TC} \\ 0 & -\sin \Theta_{TC} & \cos \Theta_{TC} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \Theta_{PC} & 0 & -\sin \Theta_{PC} \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \Theta_{PC} & 0 & \cos \Theta_{PC} \end{pmatrix} \quad - (式14)$$

[0179] なお、回転角度 $(\Theta_{PC}, \Theta_{TC}, \Theta_{RC})$ は、本発明の実施の形態1および2においては、

それぞれ図9に示される焦点制御部204、図20に示される姿勢制御部205が読み取る。

[0180] カメラ2103の位置基準点からの位置変位である(ΔX_{TW} , ΔY_{TW} , ΔZ_{TW})は、同カメラ2103の位置をステップングモータなどで変化させる仕組みであれば、同ステップングモータより、その変位を読み取れる。

[0181] 撮像面2102上の各点(X_{PC} , Y_{PC} , f)は、以下に示される式15、式16、式17により、 $Z_w = Z_c$ である実空間面2110上の(X_{PW} , Y_{PW} , Z_{PW})に投影される。

[0182] [数15]

$$\begin{pmatrix} X_{PW} \\ Y_{PW} \\ Z_{PW} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_C)X_D}{Z_D} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_C)Y_D}{Z_D} \\ Z_C \end{pmatrix} \quad - (式15)$$

[0183] [数16]

$$\begin{pmatrix} X_O \\ Y_O \\ Z_O \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{TW} \\ Y_{TW} \\ Z_{TW} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta X_w \\ \Delta Y_w \\ \Delta Z_w \end{pmatrix} \quad - (式16)$$

[0184] [数17]

$$\begin{pmatrix} X_D \\ Y_D \\ Z_D \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{PC} \\ Y_{PC} \\ f \end{pmatrix} \quad - (式17)$$

[0185] このため、撮像面4隅の各点($-W$, $-H$, f)、(W , $-H$, f)、($-W$, H , f)、(W , H , f)は、以下に示される式18、式19、式20、式21により、 $Z_w = Z_c$ である実空間面2110上に投影される。

[0186] [数18]

$$\begin{pmatrix} X_{PW0} \\ Y_{PW0} \\ Z_{PW0} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_C)X_{D0}}{Z_{D0}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_C)Y_{D0}}{Z_{D0}} \\ Z_C \end{pmatrix} \quad - (式18)$$

[0187] [数19]

$$\begin{pmatrix} X_{PW1} \\ Y_{PW1} \\ Z_{PW1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_C)X_{D1}}{Z_{D1}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_C)Y_{D1}}{Z_{D1}} \\ Z_C \end{pmatrix} \quad - (式19)$$

[0188] [数20]

$$\begin{pmatrix} X_{PW2} \\ Y_{PW2} \\ Z_{PW2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_C)X_{D2}}{Z_{D2}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_C)Y_{D2}}{Z_{D2}} \\ Z_C \end{pmatrix} \quad - (式20)$$

[0189] [数21]

$$\begin{pmatrix} X_{PW3} \\ Y_{PW3} \\ Z_{PW3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_C)X_{D3}}{Z_{D3}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_C)Y_{D3}}{Z_{D3}} \\ Z_C \end{pmatrix} \quad - (式21)$$

[0190] なお、上記式18の(X_{D0} 、 Y_{D0} 、 Z_{D0})、式19の(X_{D1} 、 Y_{D1} 、 Z_{D1})、式20の(X_{D2} 、 Y_{D2} 、 Z_{D2})、式21の(X_{D3} 、 Y_{D3} 、 Z_{D3})は、それぞれ、以下に示される式22、式23、式24、式25により求められる。

[0191] [数22]

$$\begin{pmatrix} X_{D0} \\ Y_{D0} \\ Z_{D0} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -W \\ -H \\ f \end{pmatrix} \quad - (式22)$$

[0192] [数23]

$$\begin{pmatrix} X_{D1} \\ Y_{D1} \\ Z_{D1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} W \\ -H \\ f \end{pmatrix} \quad - (式 2 3)$$

[0193] [数24]

$$\begin{pmatrix} X_{D2} \\ Y_{D2} \\ Z_{D2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -W \\ H \\ f \end{pmatrix} \quad - (式 2 4)$$

[0194] [数25]

$$\begin{pmatrix} X_{D3} \\ Y_{D3} \\ Z_D \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} W \\ H \\ f \end{pmatrix} \quad - (式 2 5)$$

[0195] この $Z_w = Z_c$ である実空間面2110上に投影された撮像面4隅の各点から構成される面がカメラ2103の撮影領域である。

[0196] 以上に説明した算出方法により、カメラの設置位置と設置方向、さらにカメラの回転角から撮影領域の位置を求めることができる。

[0197] (補足説明2)

次に、捕捉説明2として、実施の形態1および形態2で記したカメラ端末110A～N、111A～Nにおいて、監視担当領域全体が映る状態で撮影領域の面積が最も小さくなる時の焦点距離(以下、目標焦点距離 f_{target})の算出方法について、図37、図38を用いて説明する。なお、図37、図38において、補足説明1で用いた図36と同じ構成要素については同じ記号を付与し説明を省略する。

[0198] 図37(a)は、任意の位置に取り付けられたカメラによって撮影されている実空間面2110上における撮影領域2111と監視担当領域2112の位置を示している。また図37(b)は、撮像面2102の中心を原点とする撮像面2102に平行な平面上に、撮影領域2111と監視担当領域2112を投影した時の図である。

[0199] なお、実空間面2110上における任意の点 $P_w(X_w, Y_w, Z_w)$ を撮像面2102と平行な平面上に投影した時の位置座標 $P_c(X_c, Y_c, Z_c)$ は、カメラ端末の焦点座標を (P_x, P_y, P_z) 、撮像面2102の中心座標を (Q_x, Q_y, Q_z) として、補足説明1で説明

した姿勢基準を決める行列Mと、回転角を決める上記式14におけるRを用いることにより、以下に示される式26、式27、式28、式29によって算出される。

[0200] [数26]

$$N_x = \frac{(Px - X_{PW})\{(Py - Qy)^2 + (Pz - Qz)^2\}}{(Px - Qx)(X_{PW} - Px) + (Py - Qy)(Y_{PW} - Py) + (Pz - Qz)(Z_{PW} - Pz)} \quad - (式26)$$

[0201] [数27]

$$N_y = \frac{(Py - Y_{PW})\{(Px - Qx)^2 + (Pz - Qz)^2\}}{(Px - Qx)(X_{PW} - Px) + (Py - Qy)(Y_{PW} - Py) + (Pz - Qz)(Z_{PW} - Pz)} \quad - (式27)$$

[0202] [数28]

$$N_z = \frac{(Pz - Z_{PW})\{(Px - Qx)^2 + (Py - Qy)^2\}}{(Px - Qx)(X_{PW} - Px) + (Py - Qy)(Y_{PW} - Py) + (Pz - Qz)(Z_{PW} - Pz)} \quad - (式28)$$

[0203] [数29]

$$\begin{pmatrix} X_{pc} \\ Y_{pc} \\ Z_{pc} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} N_x \\ N_y \\ N_z \end{pmatrix} \quad - (式29)$$

[0204] 図37(b)において、監視担当領域2112の頂点の中でx軸と最も離れている頂点とx軸の距離を W_{\max} 、y軸と最も離れている頂点とy軸の距離を H_{\max} とすると、図38に示されるようにカメラ端末の撮像面の幅($2 * W$ 、 $2 * H$)に対して W_{\max} 、 H_{\max} の値が以下に示される式30の条件を満たす時、監視担当領域2112全体が撮影領域2111に内接する状態となる。

[0205] [数30]

$$\{(W = W_{\max}) \text{ and } (H \leq H_{\max})\} \text{ または } \{(W \leq W_{\max}) \text{ and } (H = H_{\max})\} \quad - (式30)$$

[0206] W_{\max} 、 H_{\max} の値は図38に示されるように焦点距離によって決定される値であり、目標焦点距離 f_{target} の値はカメラ端末の焦点距離の値を f とすると以下に示される式31によって算出される。

[0207] [数31]

$$f_{\text{target}} = \max\left(\frac{W_{\max}}{W} f, \frac{H_{\max}}{H} f\right) \quad - (式31)$$

- [0208] 但し、上記式31における関数 $\max(a, b)$ は、引数 a, b のうち値の大きい方を返す関数である。
- [0209] カメラ2103の焦点距離 f の値を、算出された焦点距離 f_{target} にあわせることより、撮影領域2111は監視担当領域150全体を写しつつ面積が最も小さい状態に変更される。
- [0210] 以上のようにして、実施の形態1および2において、監視担当領域全体が映る状態で撮影領域の面積が最も小さくなる時の焦点距離(目標焦点距離 f_{target})が算出される。
- [0211] 以上、本発明に係るカメラ端末および監視システムについて、実施の形態1～3に基づいて説明したが、本発明は、これらの実施の形態に限定されるものではない。たとえば、各実施の形態における構成要素を任意に組み合わせて実現される形態や、各実施の形態に対して当業者が変形を施すことによって得られる形態も本発明に含まれる。
- [0212] また、実施の形態1～3において、各カメラ端末の撮影領域の位置と撮影範囲を決定する調整部は、各カメラ端末内に具備されていたが、図39および図40に示されるように、監視システムを構成する全部または一部のカメラ端末が共通の調整部として、カメラ端末の外部あるいは内部に集中して設けた構成であってもよい。
- [0213] 図39は、複数のカメラ端末を集中して制御する独立した集中調整部113を備える監視システムの構成図である。この集中調整部113は、調整部1021と通信部1031を備える。調整部1021は、図40に示されるように、図10に示される実施の形態1における調整部102Aと同様の構成要素212～215と、図21に示される実施の形態2における調整部105Aの監視担当領域比較評価部217から構成される。通信部1031は、実施の形態1における通信部103Aと同一機能を有する。
- [0214] つまり、実施の形態1および2の監視システムにおいて個々のカメラ端末に内蔵されていた調整部をカメラ端末の外に設ける構成として実施の形態1および2と同等の機能を実現することができる。より詳しくは、複数のカメラ端末を用いて監視対象領域を撮影する監視システムであって、複数のカメラ端末と、複数のカメラ端末の撮影領域の位置または撮影範囲を調整する調整装置と、複数のカメラ端末と調整装置とを

接続する通信路とを備え、複数のカメラ端末は、それぞれ、撮影領域の位置と撮影範囲とを変更する機能を有するカメラと、調整装置と通信する通信手段とを有し、調整装置は、各カメラ端末が監視すべき撮影領域を監視担当領域とした場合に、通信手段で受信された複数のカメラ端末からの情報に基づいて、複数のカメラ端末のそれぞれについて、カメラ端末の監視担当領域が他のカメラ端末の監視担当領域または監視対象領域の境界線と隙間なく隣接するように、カメラ端末の監視担当領域を決定するとともに、監視担当領域全体が撮影されるようにカメラ端末の撮影領域の位置または撮影範囲を制御する監視システムとして実現することもできる。

- [0215] なお、請求の範囲における各構成要素と明細書の実施の形態における構成要素との対応関係は、次に通りである。つまり、請求の範囲におけるカメラ端末の一例が、実施の形態におけるカメラ端末110A～N、カメラ端末111A～N、カメラ端末114A～Nであり、カメラの一例が、カメラ101A～N、カメラ104A～N、カメラ106A～Nであり、通信手段の一例が、通信部103A～Nであり、調整手段の一例が、調整部102A～N、調整部105A～N、調整部107A～Nであり、協調監視メンバ選択部の一例が、協調監視メンバ選択部211であり、協調監視メンバ記憶部の一例が、協調監視メンバ記憶部212であり、監視対象領域マップ記憶部の一例が、監視対象領域マップ記憶部213であり、監視担当領域決定部の一例が、監視担当領域決定部214であり、撮影範囲決定部の一例が、撮影範囲決定部215であり、カメラ制御部の一例が、カメラ制御部216であり、監視担当領域比較評価部の一例が、監視担当領域比較評価部217であり、視線方向調整部の一例が、領域形状比較評価部220と視線方向調整部222とを併せたものであり、通信路の一例が、通信ネットワーク112A～Nである。

産業上の利用可能性

- [0216] 本発明は、カメラおよびカメラを用いた監視システムとして、例えば、学校やビル等における不審者の監視用システムや、交差点や公園などの広範囲撮影システムといった公共の場所の監視システム、さらに家庭内の様子を複数のネットワークカメラ等を用いて監視する室内遠隔監視システム等として、特に、複数のカメラのいずれかが故障したりや新たなカメラが追加されたりなどの監視システムの構成が変更された場

合においても監視対象領域がくまなく撮影されるように維持する必要がある高機能な監視システムとして有用である。

請求の範囲

- [1] 複数のカメラ端末が協調して動作することによって監視対象領域を撮影する監視システムにおける1台のカメラ端末であって、
- 撮影領域を変更する機能を有するカメラと、
- 前記撮影領域を特定する情報を他のカメラ端末と送受信する通信手段と、
- 各カメラ端末が監視すべき撮影領域を監視担当領域とした場合に、前記通信手段で受信された他のカメラ端末からの情報に基づいて、自カメラ端末の監視担当領域が他のカメラ端末の監視担当領域または前記監視対象領域の境界線と隙間なく隣接するように、自カメラ端末の監視担当領域を決定するとともに、前記監視担当領域全体が撮影されるように、前記カメラの撮影領域を調整する調整手段とを備え、
- 前記調整手段は、自カメラ端末の撮影領域内に定められた第1基準点と前記撮影領域に隣接する他のカメラ端末の撮影領域内に定められた第2基準点とを結ぶ線分の垂直二等分線または前記垂直二等分線と前記監視対象領域の境界線とにより、前記第1基準点を取り囲む領域を前記監視担当領域として決定することを特徴とするカメラ端末
- [2] 前記調整手段は、
- 他のカメラ端末の中から撮影領域が所定の範囲に存在するカメラ端末を選別する協調監視メンバ選択部と、
- 前記協調監視メンバ選択部で選ばれたカメラ端末の撮影領域を特定する情報を前記通信手段で受信して記憶する協調監視メンバ記憶部と、
- 前記監視対象領域の位置と範囲を記憶する監視対象領域マップ記憶部と、
- 前記協調監視メンバ記憶部に記憶された情報と前記監視対象領域マップ記憶部に記憶された前記位置および前記範囲とに基づいて、自カメラ端末の前記監視担当領域を決定する監視担当領域決定部と、
- 決定された前記監視担当領域全体を前記カメラが有する撮像面に映すための焦点距離を算出する撮影範囲決定部と、
- 前記撮影範囲決定部によって算出された焦点距離となるように前記カメラの焦点距離を制御するカメラ制御部とを有する

ことを特徴とする請求項1記載のカメラ端末。

- [3] 前記第1基準点は、自カメラ端末のカメラが有する撮像面の中心に映し出される前記監視対象領域上の座標である

ことを特徴とする請求項1記載のカメラ端末。

- [4] 前記第1基準点は、自カメラ端末の撮影領域の中心座標である

ことを特徴とする請求項1記載のカメラ端末。

- [5] 前記カメラはさらに、撮影領域の位置を変更する機能を有し、
前記調整手段はさらに、自カメラ端末の監視担当領域と前記監視担当領域に隣接する監視担当領域とを比較評価することにより、自カメラ端末の監視担当領域が前記監視担当領域に隣接する監視担当領域の大きさに近づくように、撮影領域の位置を決定する監視担当領域比較評価部を有し、

前記カメラ制御部は、前記監視担当領域比較評価部によって決定された撮影領域の位置に近づくように前記カメラを制御する

ことを特徴とする請求項1記載のカメラ端末。

- [6] 前記監視担当領域比較評価部は、前記第1基準点から前記監視担当領域の各境界線までの距離が等しくなるように前記第1基準点を動かすことにより、前記撮影領域の位置を決定する

ことを特徴とする請求項5記載のカメラ端末。

- [7] 前記カメラはさらに、視線方向を制御する機能を有し、
前記調整手段はさらに、前記撮影領域の形状と前記監視担当領域の形状が近づくように、前記カメラの視線の方向を調整する視線方向調整部を有する

ことを特徴とする請求項1記載のカメラ端末

- [8] 前記視線方向調整部は、前記撮影領域の形状と前記監視担当領域の形状との違いを評価する評価関数において、前記撮影領域の形状と前記監視担当領域の形状とが一致する時の評価値を目標値とした場合に、前記評価関数の評価値が前記目標値に近づくように、前記カメラの視線方向を決定する

ことを特徴とする請求項7記載のカメラ端末

- [9] 前記評価関数は、前記カメラの視線が前記監視対象領域と交わる点を基準点とし

た場合に、前記基準点を通る複数の方向について、前記基準点から前記監視担当領域の境界線まで距離と前記基準点から前記撮影領域の境界線までの距離との比率の分散を示す関数であり、

前記目標値は、ゼロである

ことを特徴とする請求項8記載のカメラ端末

- [10] 複数のカメラ端末が協調して動作することによって監視対象領域を撮影する監視システムであって、

複数の請求項1記載のカメラ端末と、

前記複数のカメラ端末を接続する通信路と

を備えることを特徴とする監視システム。

- [11] 複数のカメラ端末を協調して動作させることによって監視対象領域を撮影する監視方法であって、

各カメラ端末が監視すべき撮影領域を監視担当領域とした場合に、前記複数のカメラ端末のそれぞれが、他のカメラ端末からの情報に基づいて、自カメラ端末の監視担当領域が他のカメラ端末の監視担当領域または前記監視対象領域の境界線と隙間なく隣接するように、自カメラ端末の監視担当領域を決定するとともに、前記監視担当領域全体が撮影されるように、自カメラ端末の撮影領域を調整する調整ステップを含み、

前記調整ステップでは、自カメラ端末の撮影領域内に定められた第1基準点と前記撮影領域に隣接する他のカメラ端末の撮影領域内に定められた第2基準点とを結ぶ線分の垂直二等分線または前記垂直二等分線と前記監視対象領域の境界線とにより、前記第1基準点を取り囲む領域を前記監視担当領域として決定する

ことを特徴とする監視方法。

- [12] 複数のカメラ端末が協調して動作することによって監視対象領域を撮影する監視システムにおける1台のカメラ端末のためのプログラムであって、

請求項11記載の監視方法に含まれるステップをコンピュータに実行させる

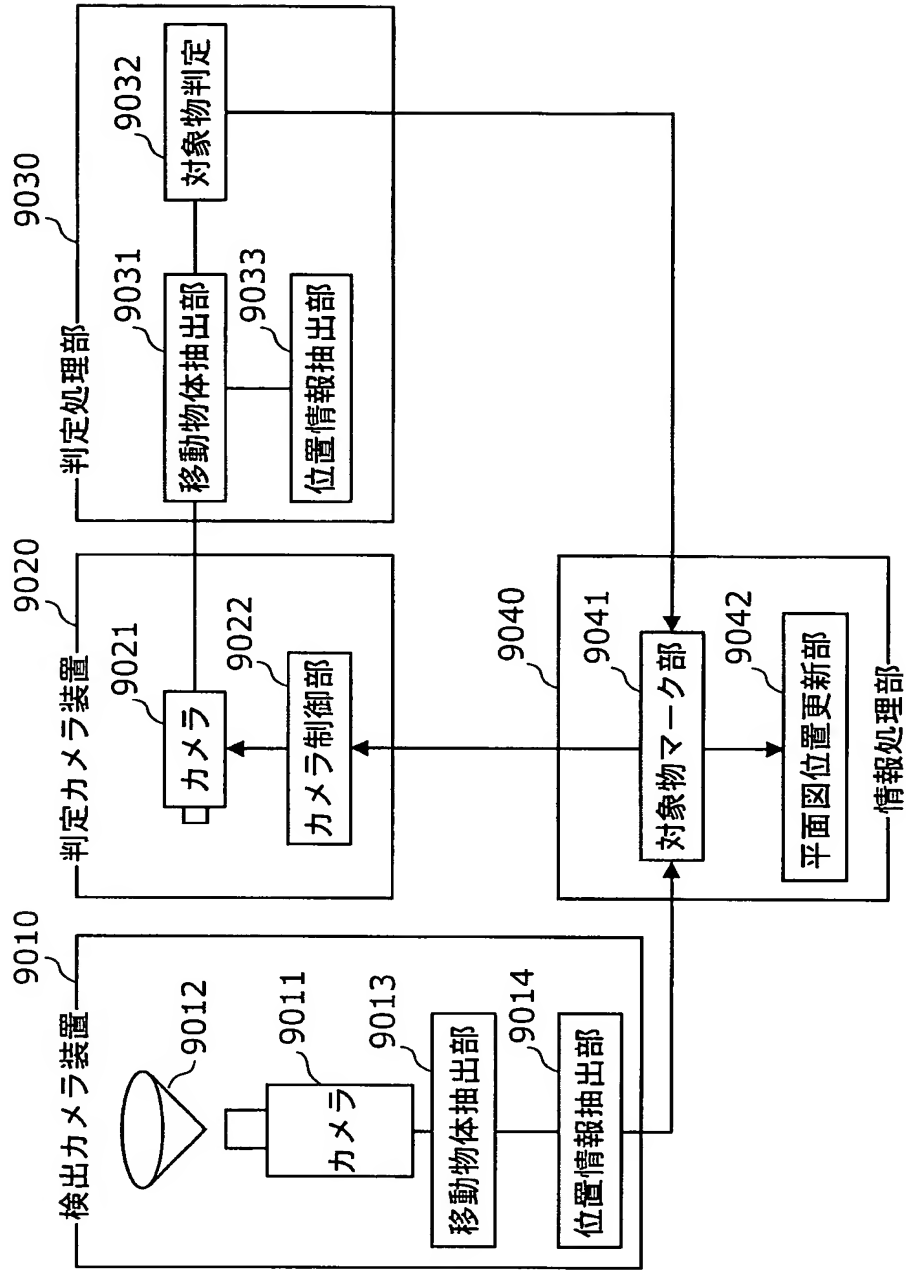
ことを特徴とするプログラム。

要 約 書

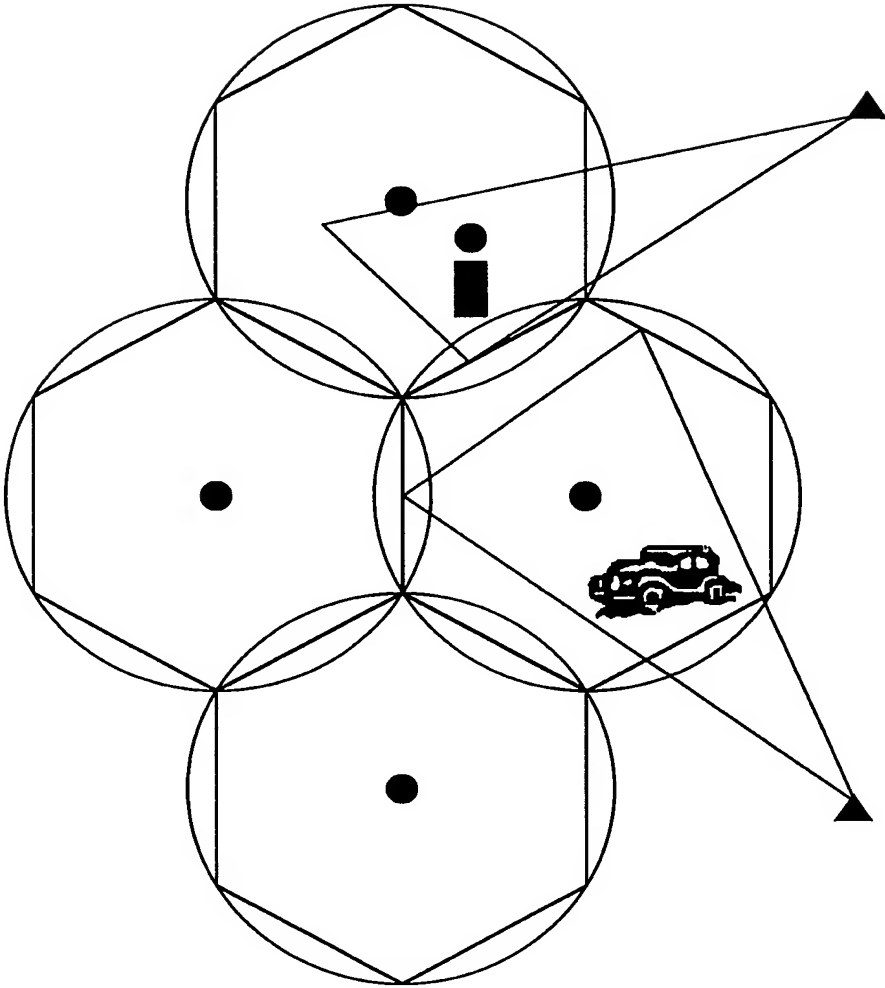
カメラの振る舞いを記述したテーブルの必要がなく、かつ、故障等により一部のカメラが停止した場合であってもシステム全体としては監視対象領域をくまなく撮影し続けるカメラ端末等を提供する。

複数のカメラ端末が協調して動作することによって監視対象領域を撮影する監視システムにおける1台のカメラ端末110Aであって、撮影領域を変更する機能を有するカメラ101Aと、撮影領域を特定する情報を他のカメラ端末と送受信する通信部103Aと、通信部103Aで受信された他のカメラ端末からの情報に基づいて、自カメラ端末の監視担当領域が他のカメラ端末の監視担当領域または監視対象領域の境界線と隙間なく隣接するように、自カメラ端末の監視担当領域を決定するとともに、監視担当領域全体が撮影されるように、カメラ101Aの撮影領域を調整する調整部102とを備える。

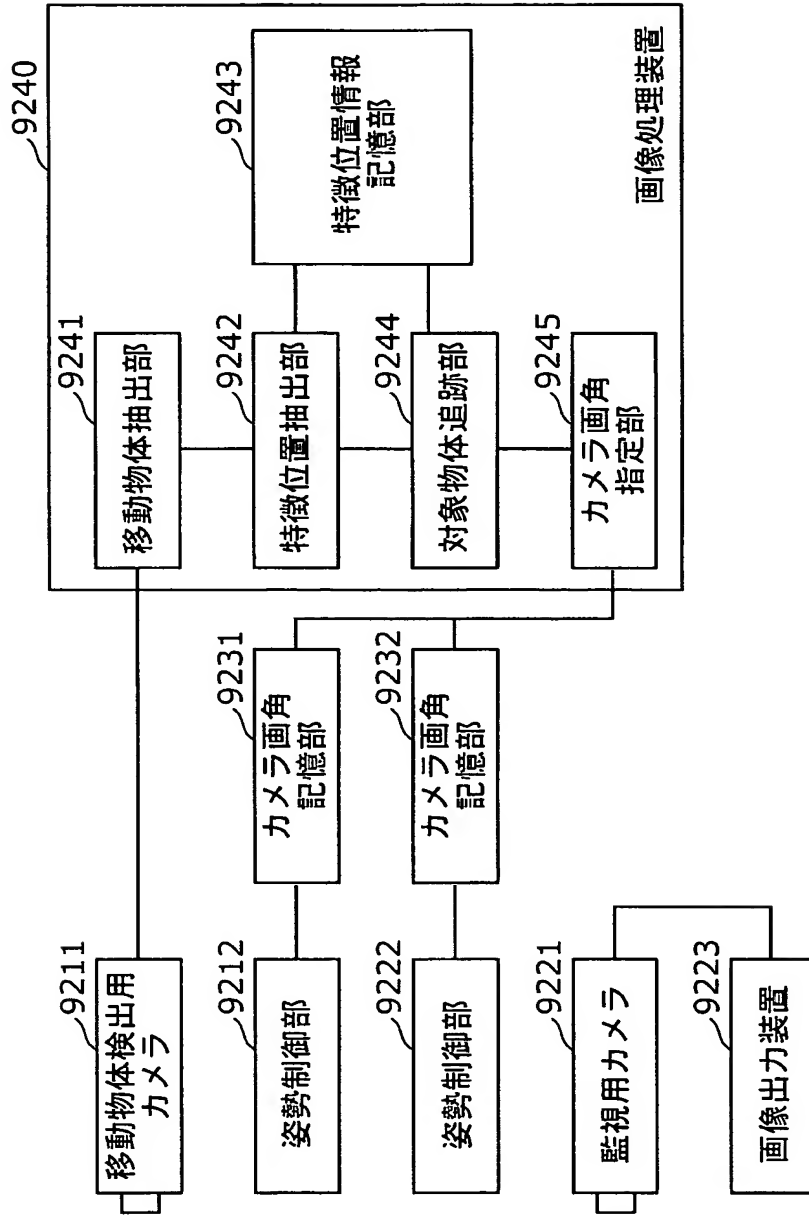
[図1]



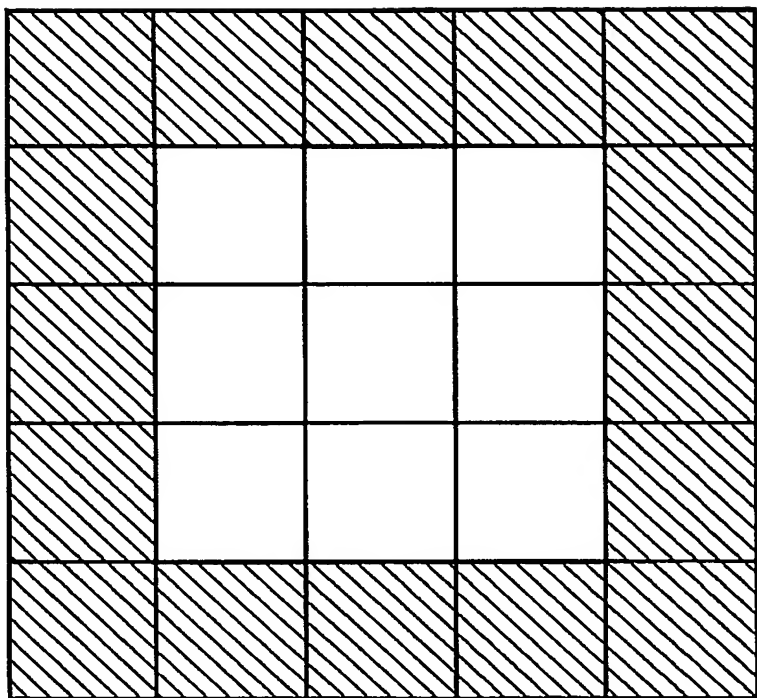
[図2]



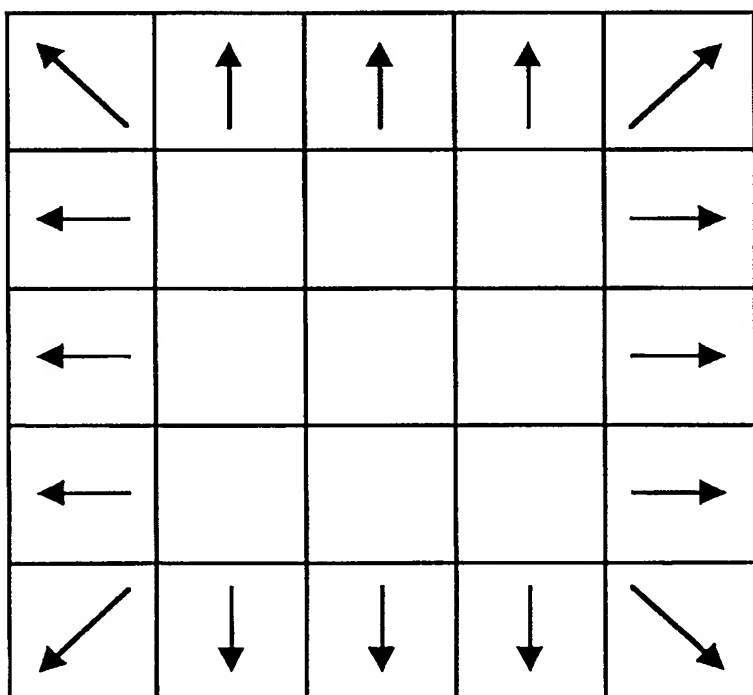
[図3]



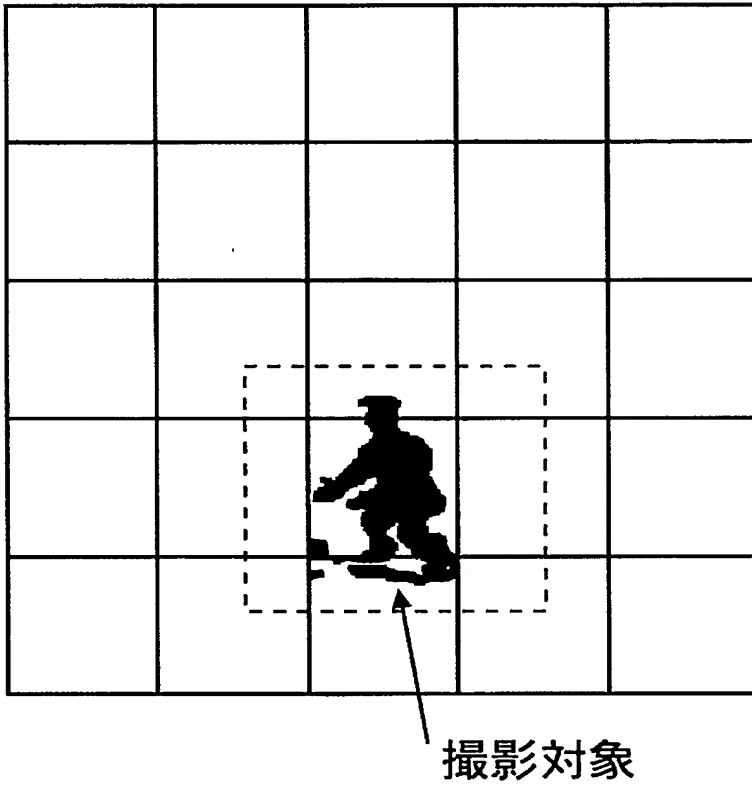
[図4]



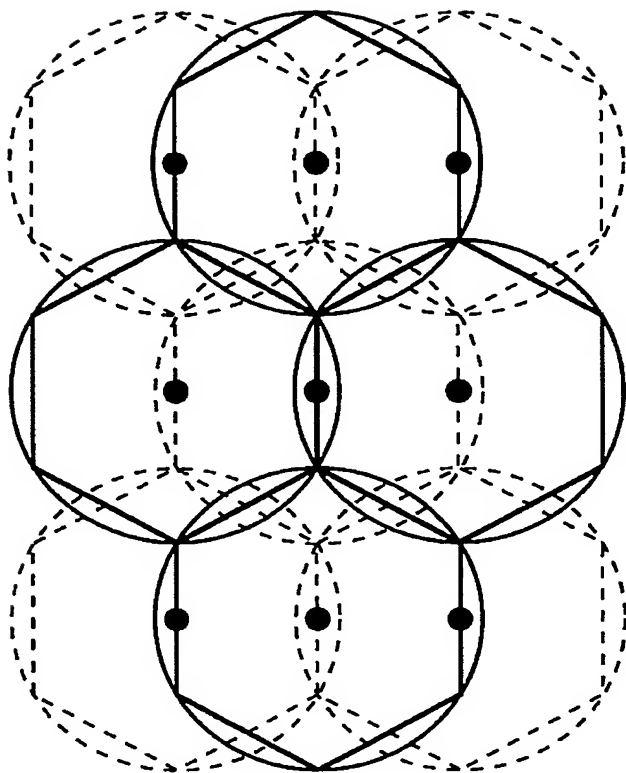
[図5]



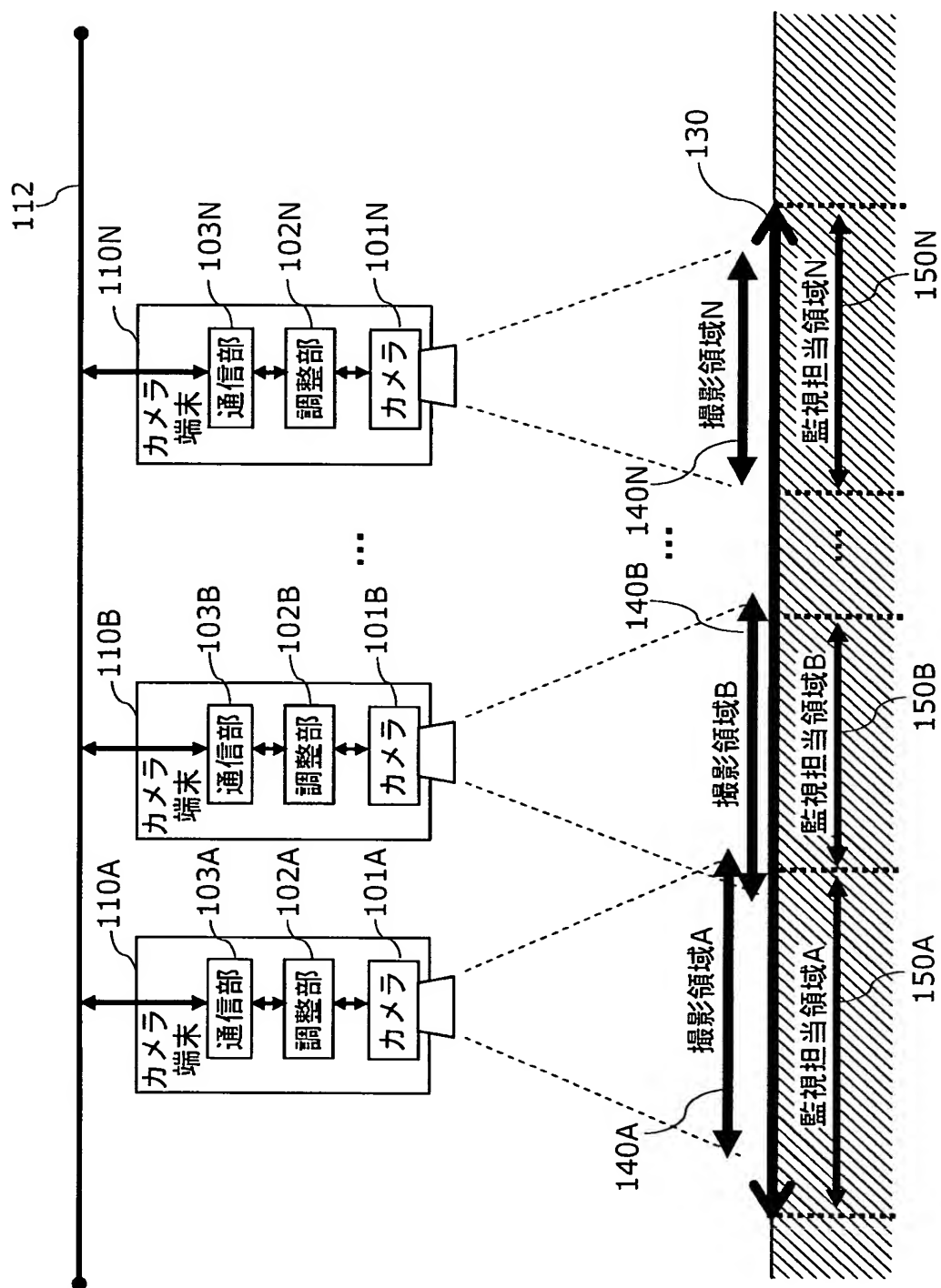
[図6]



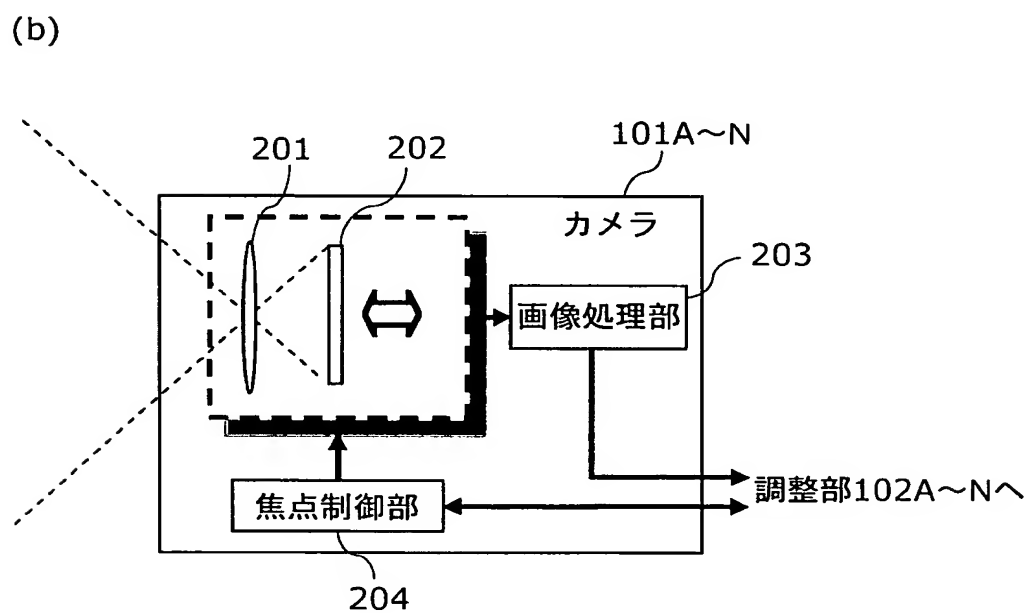
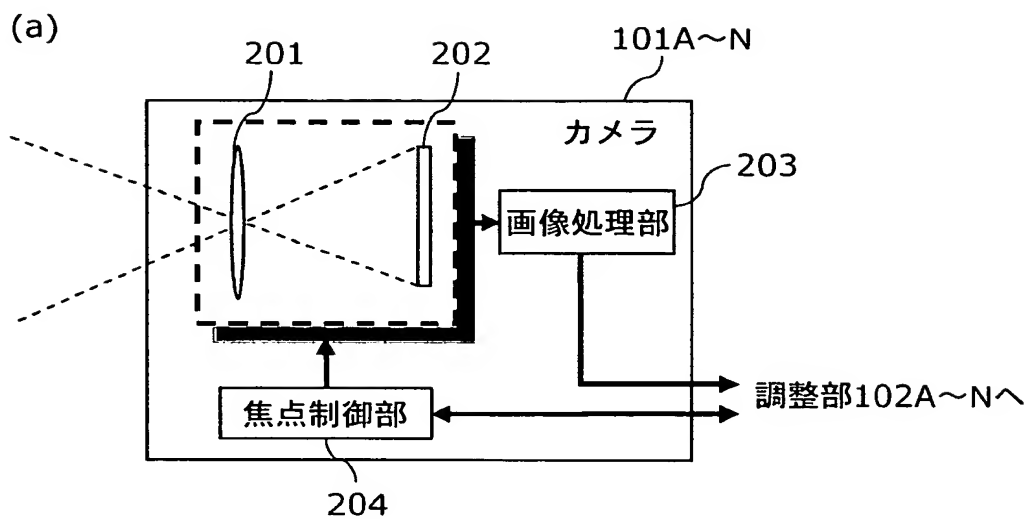
[図7]



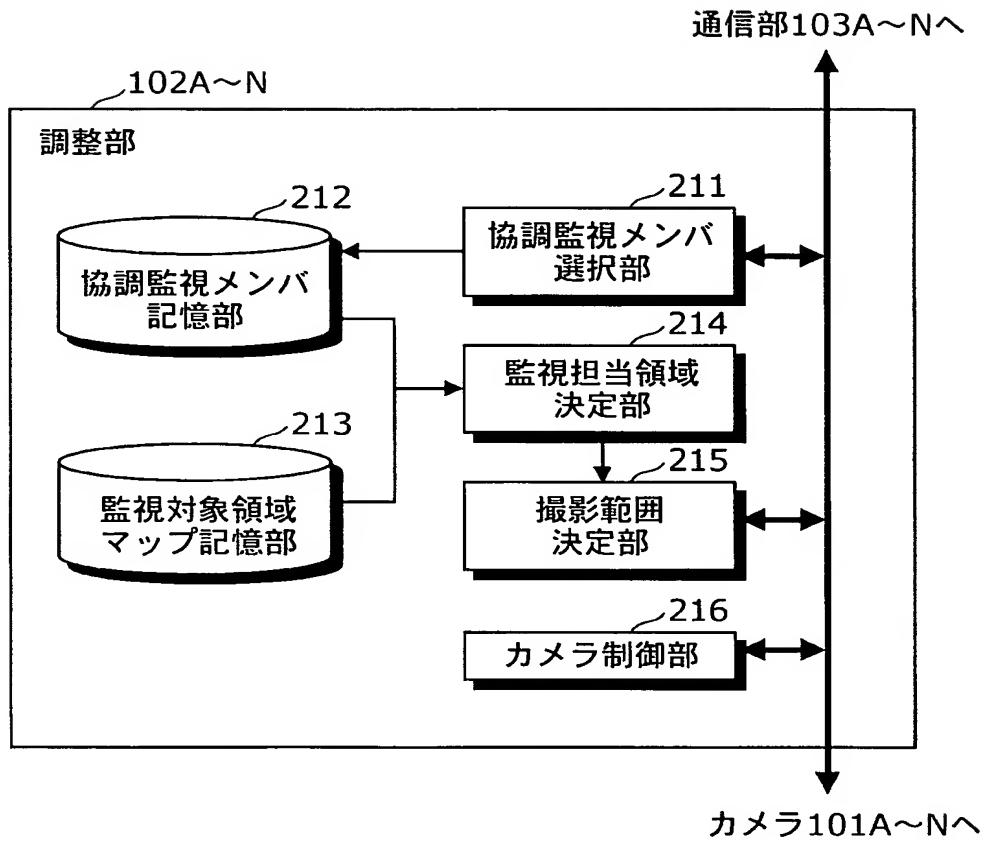
[図8]



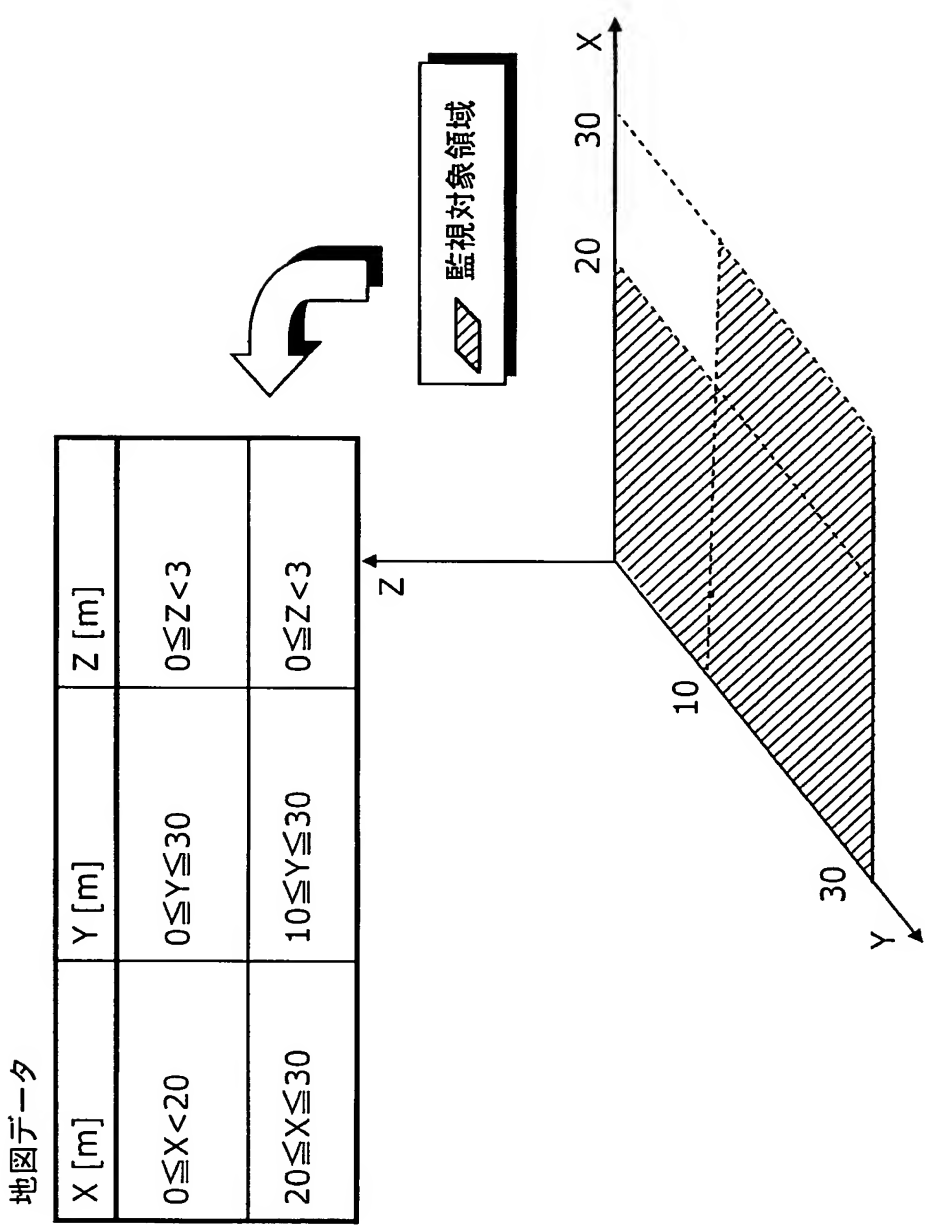
[図9]



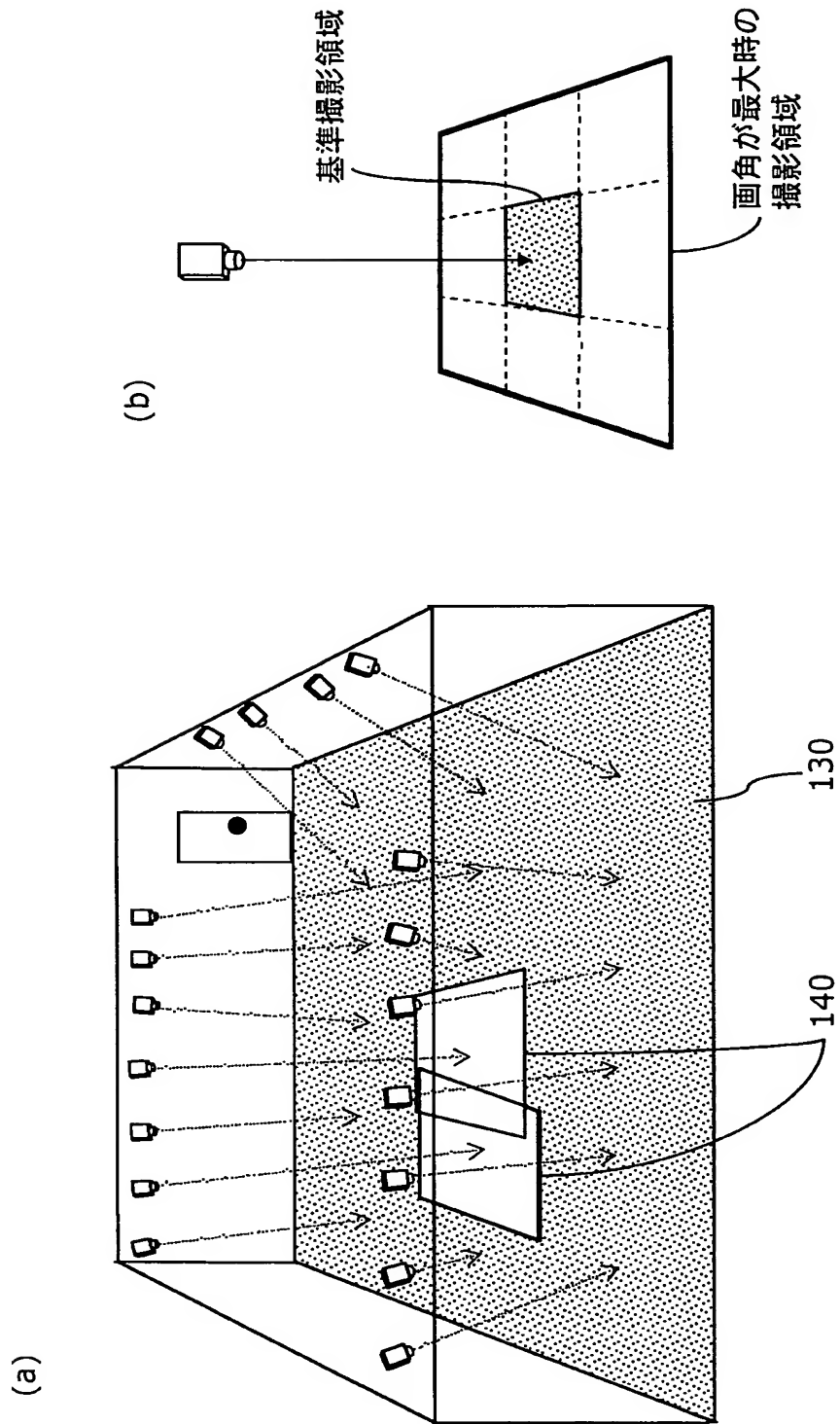
[図10]



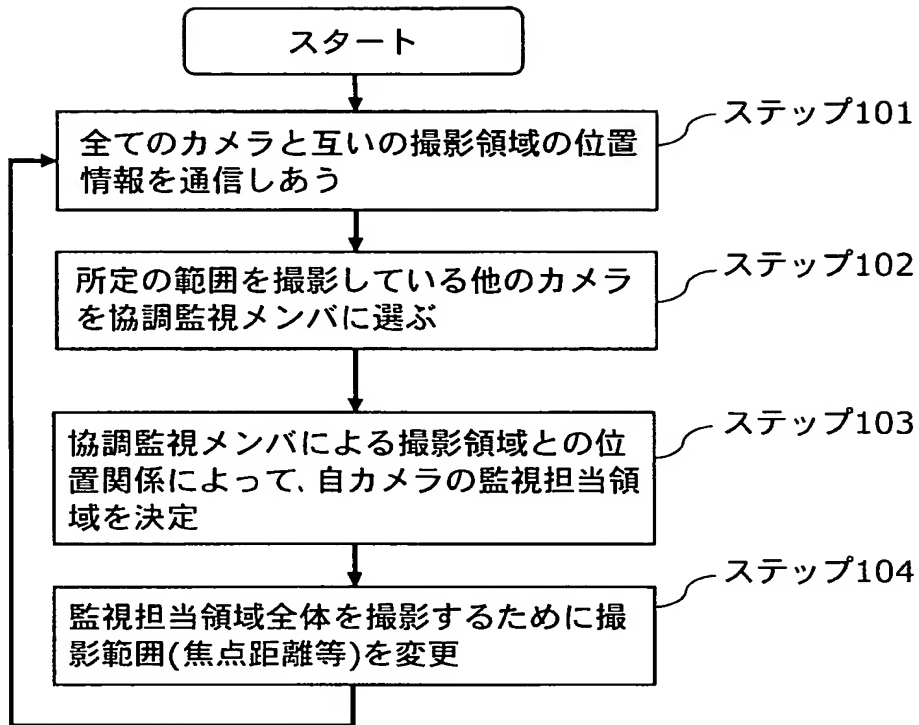
[図11]



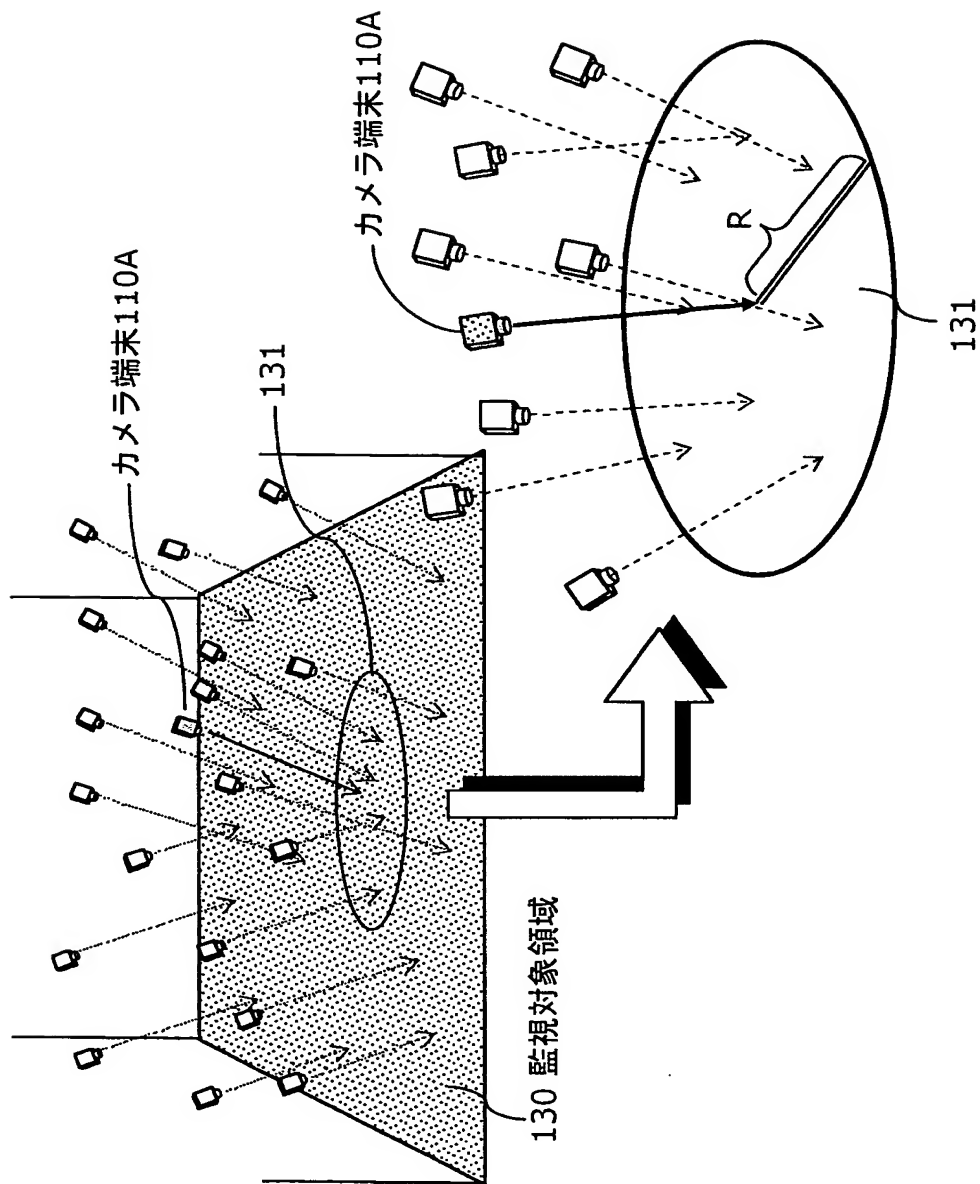
[図12]



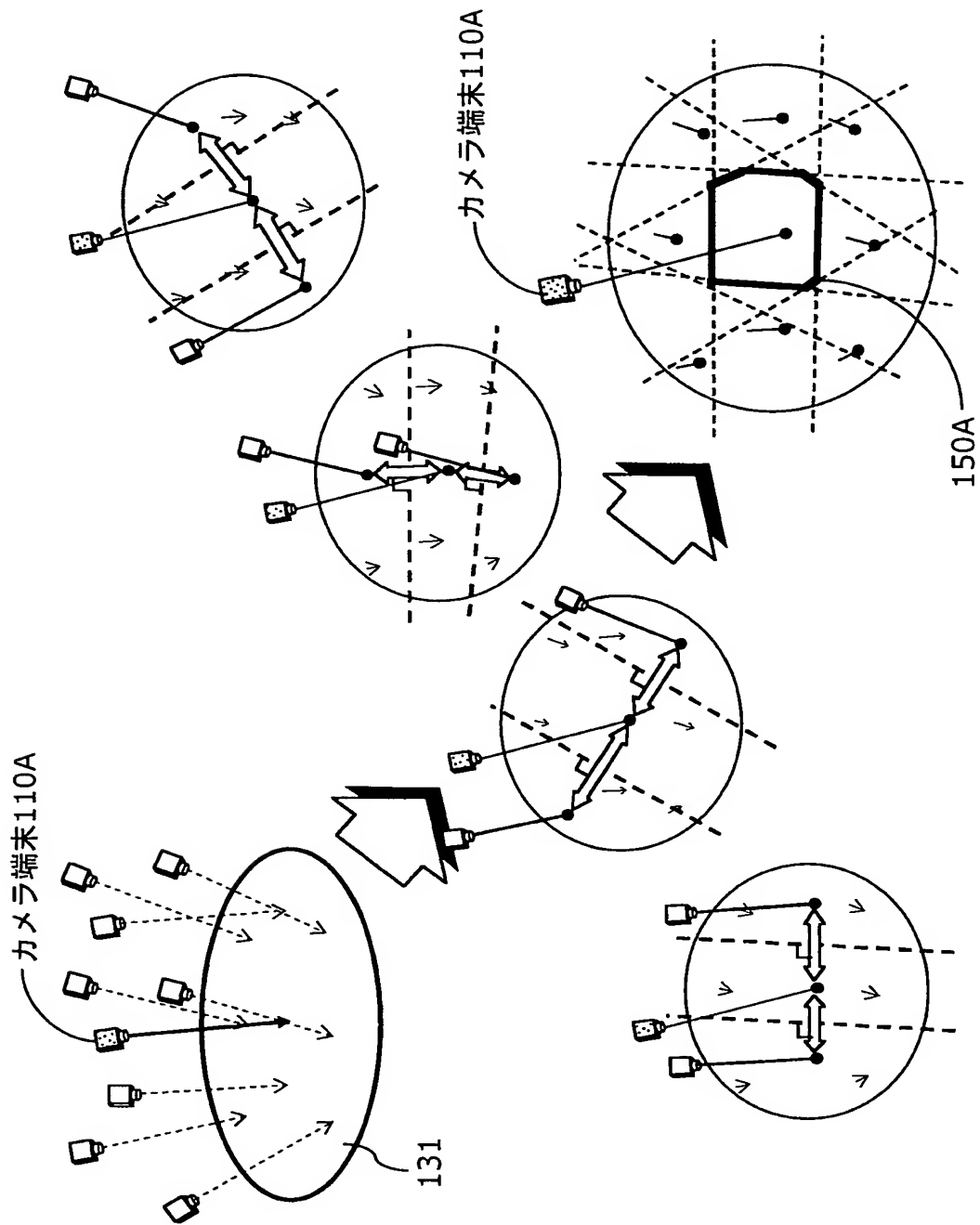
[図13]



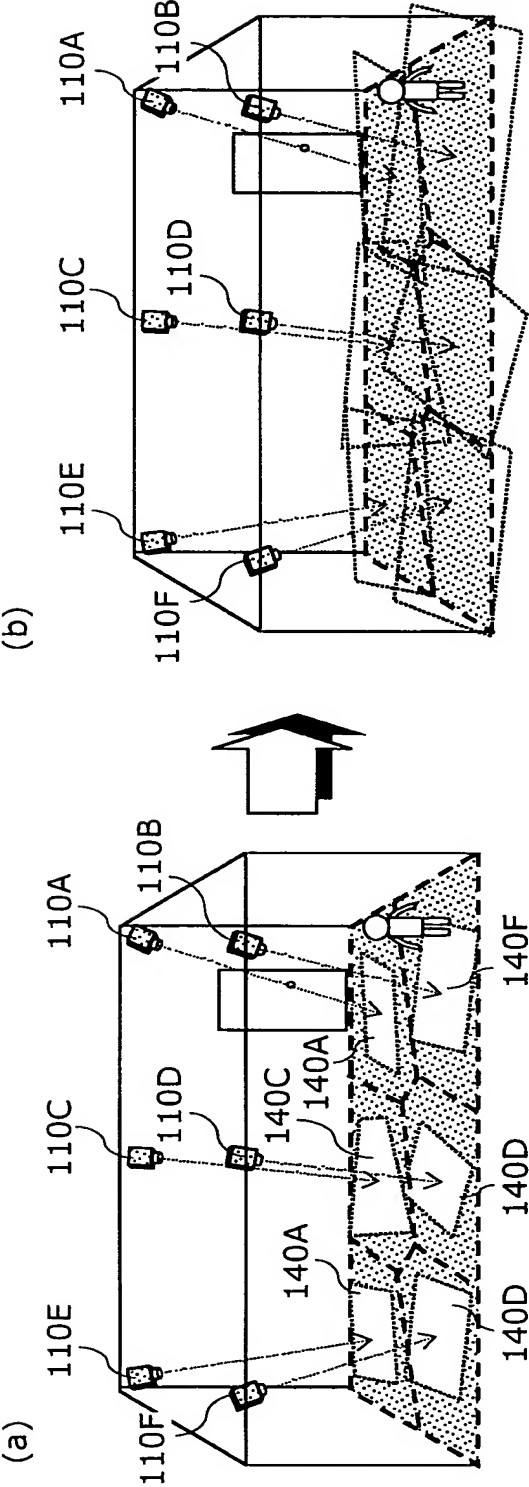
[図14]



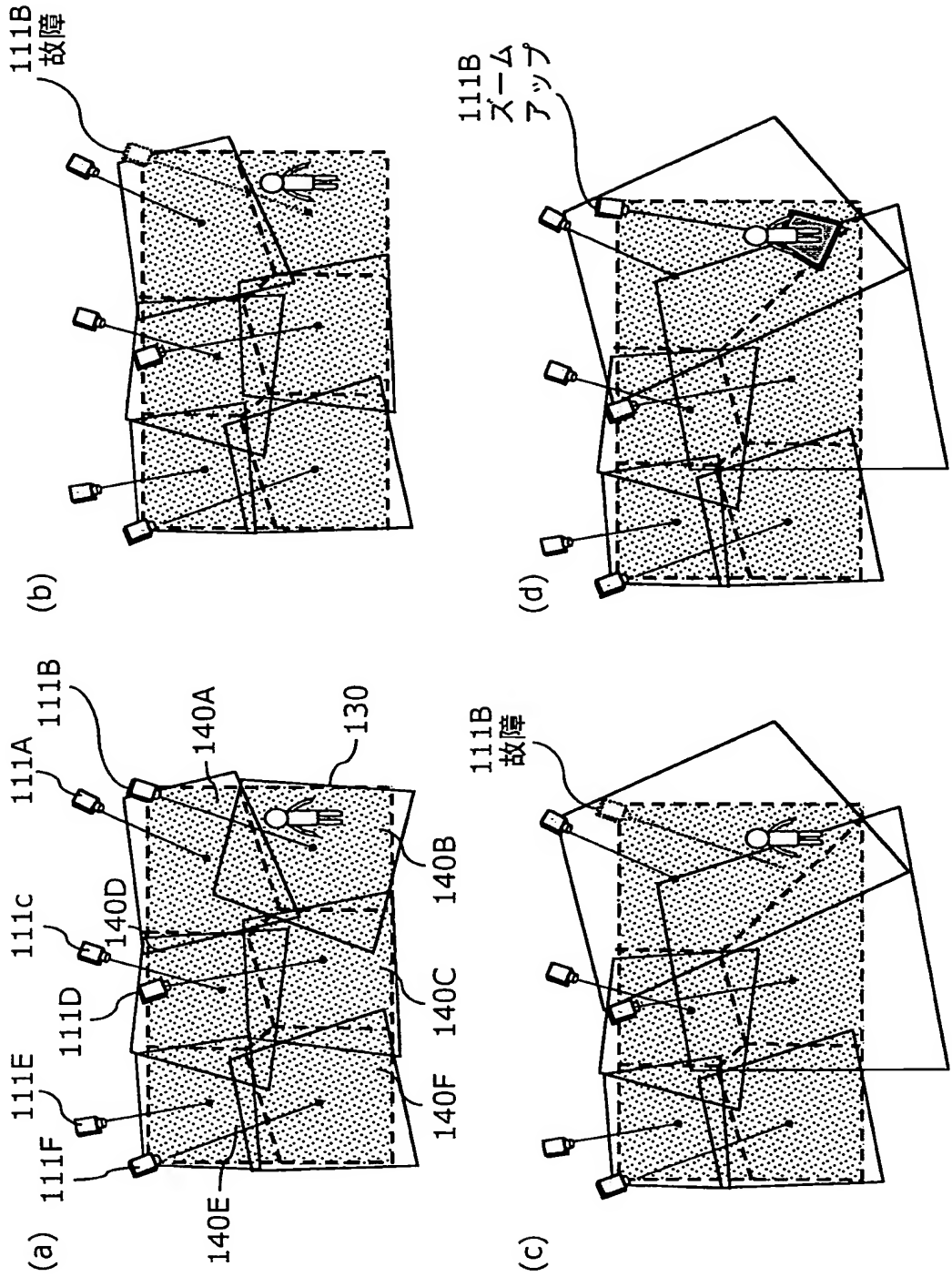
[図15]



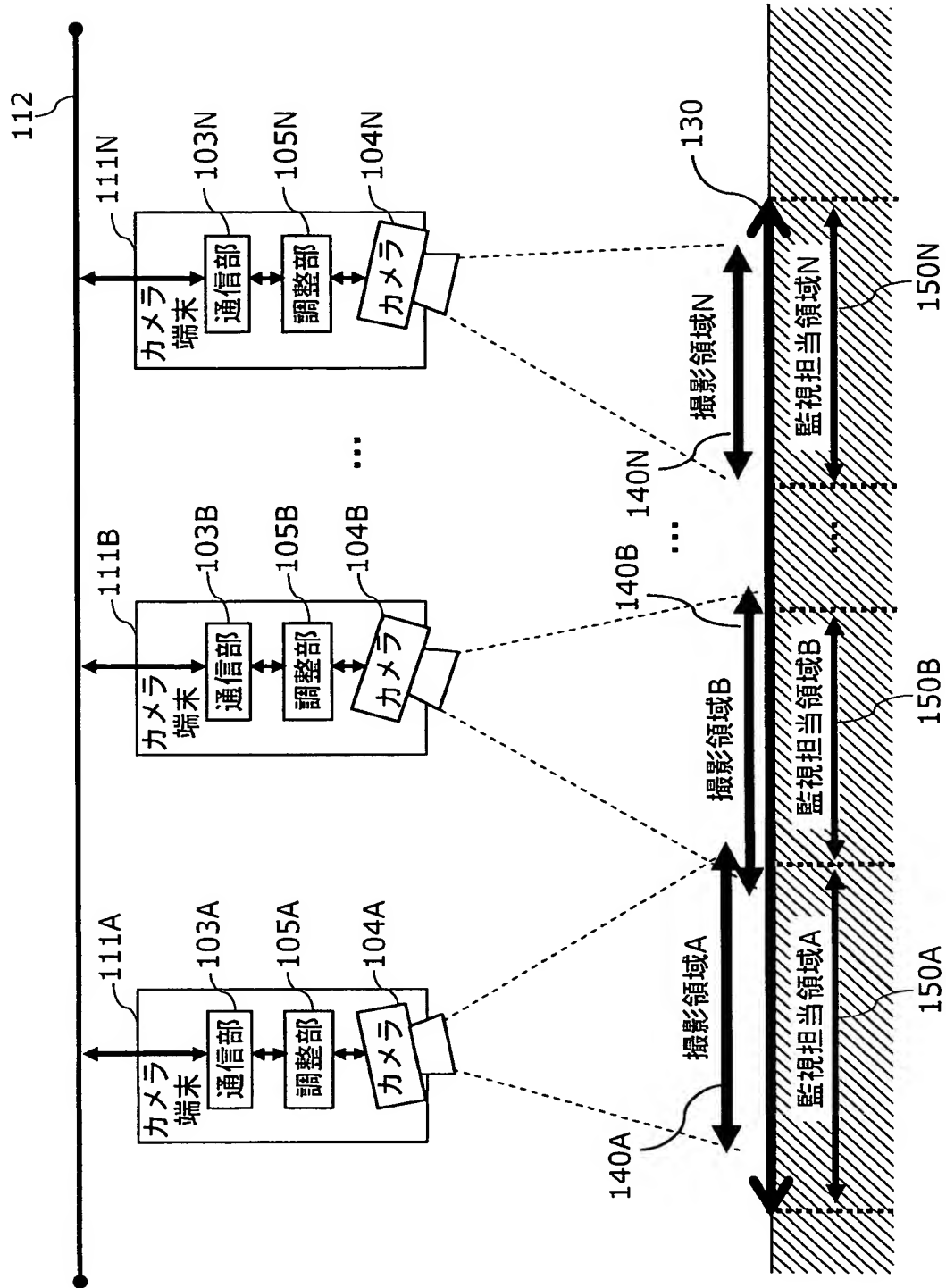
[図17]

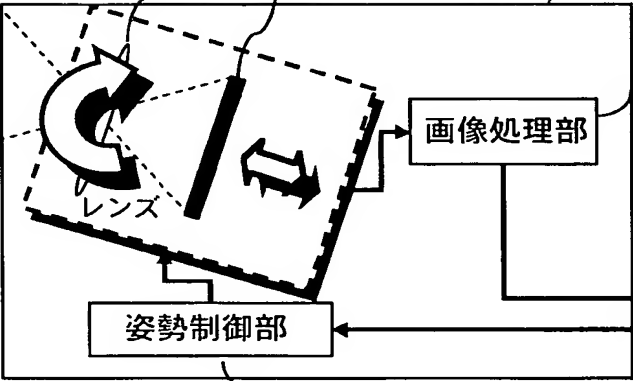


[図18]

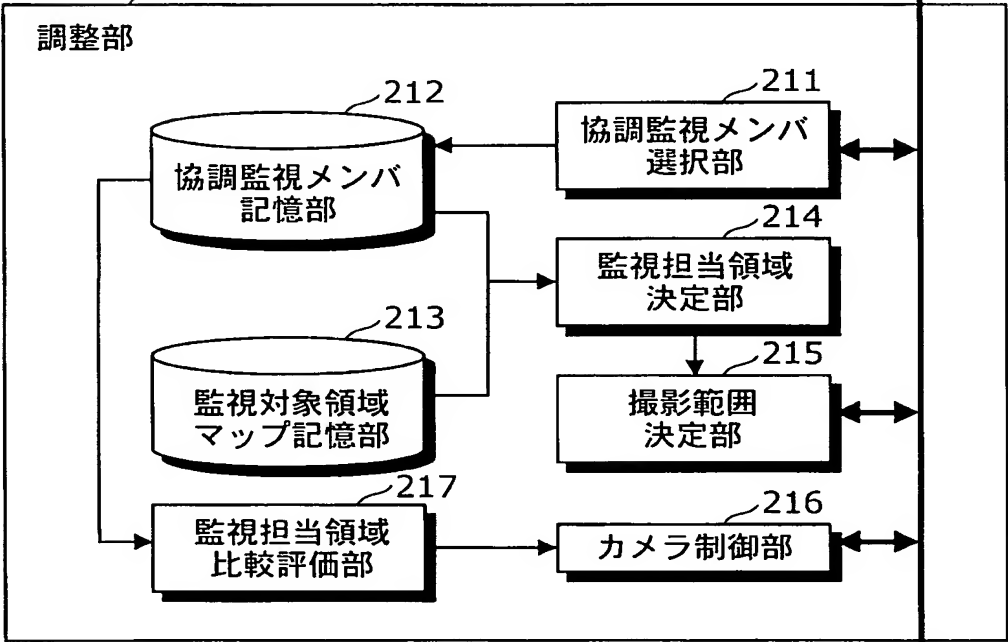


[図19]

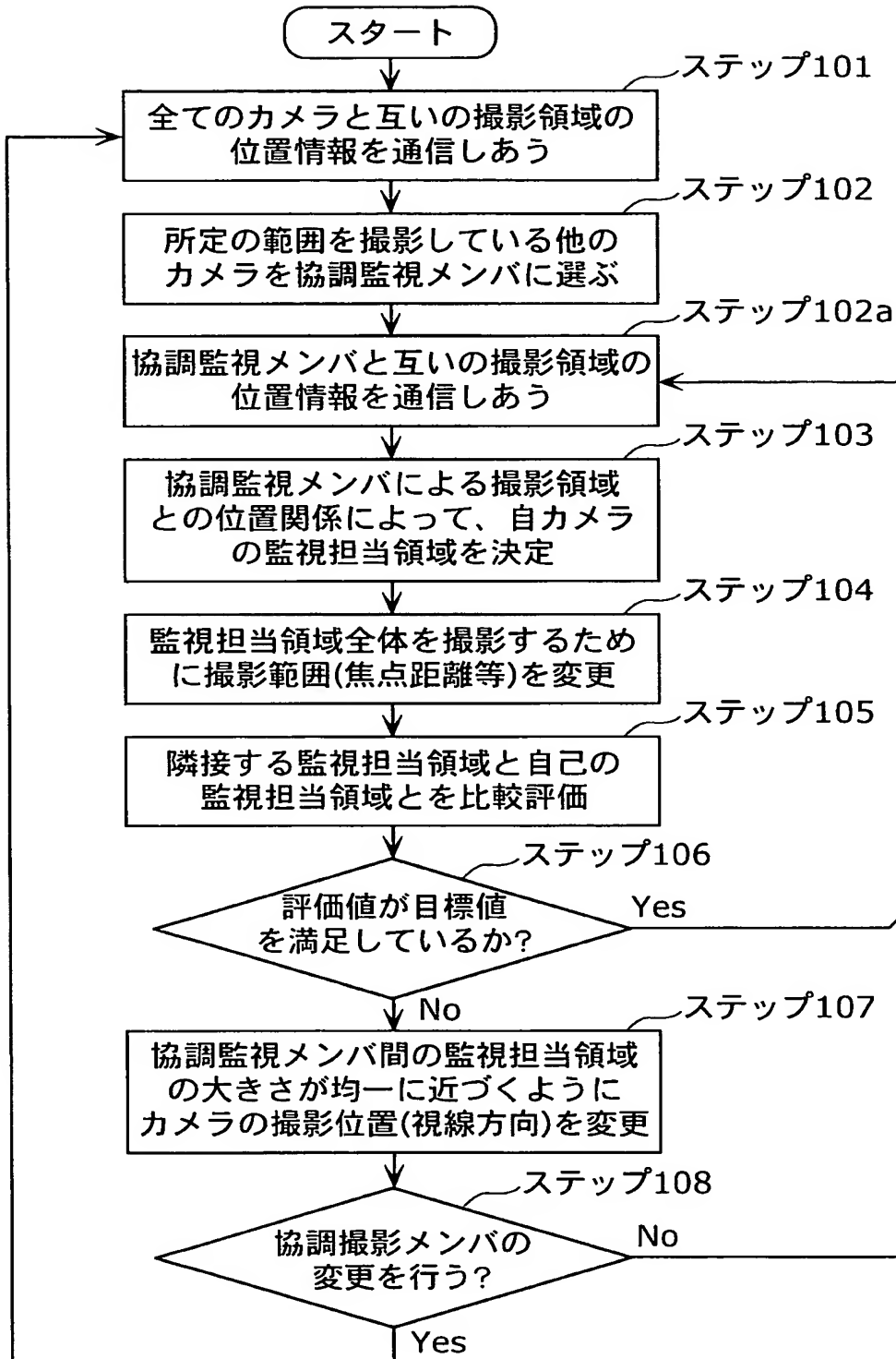




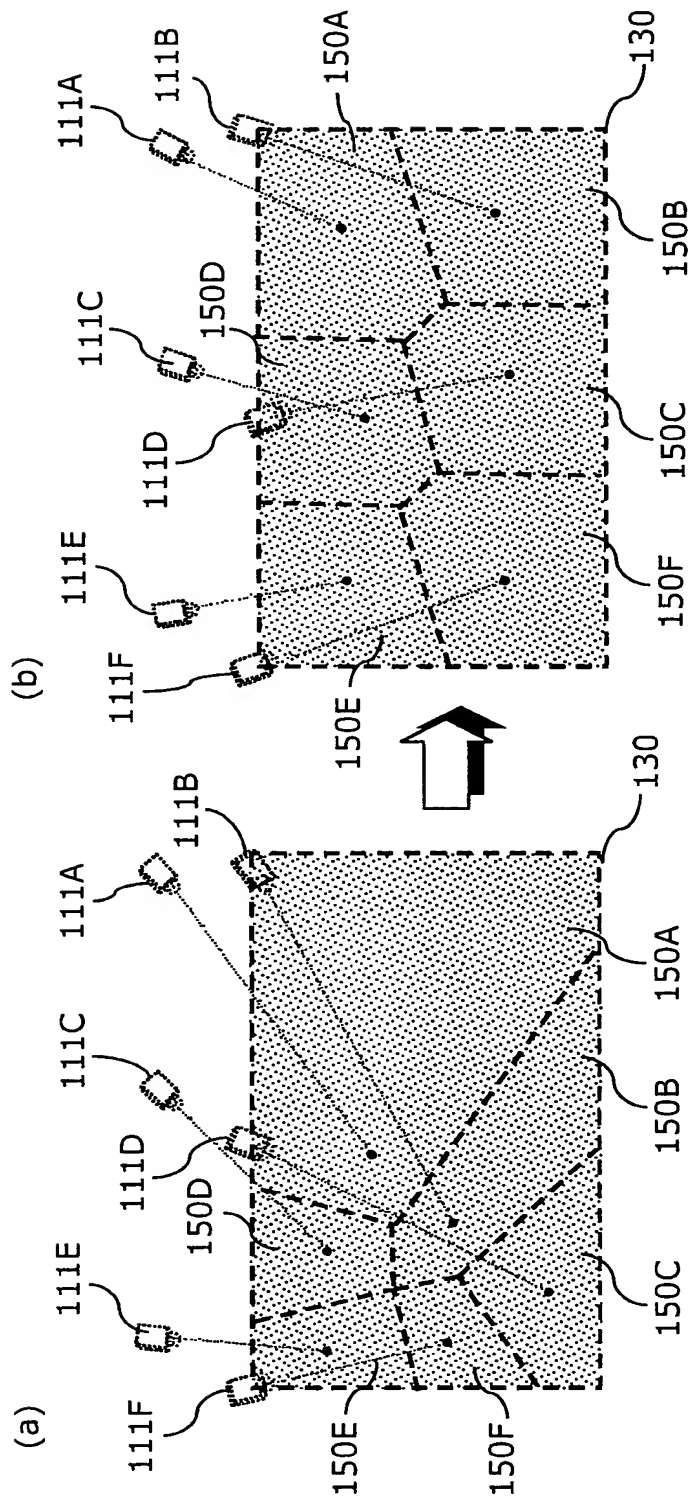
[図21]



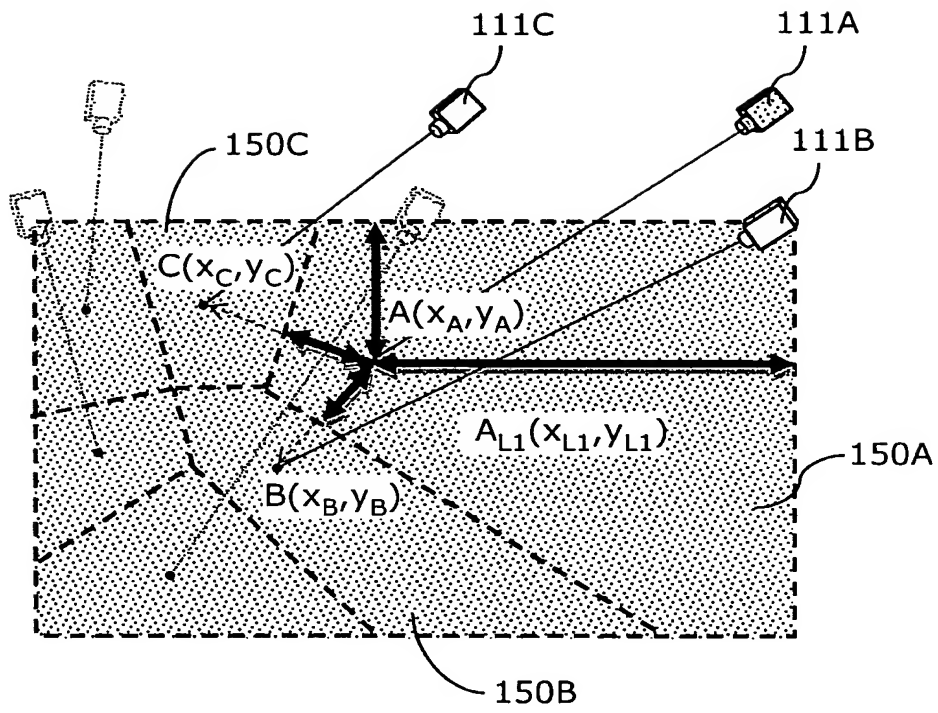
[図22]



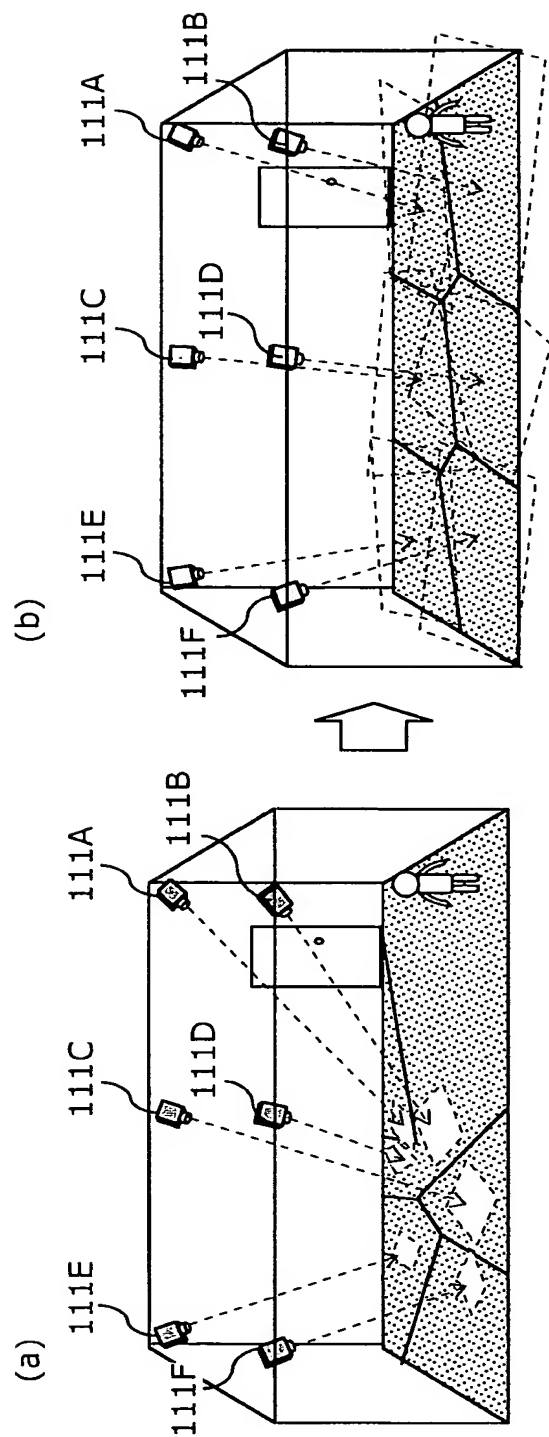
[図23]



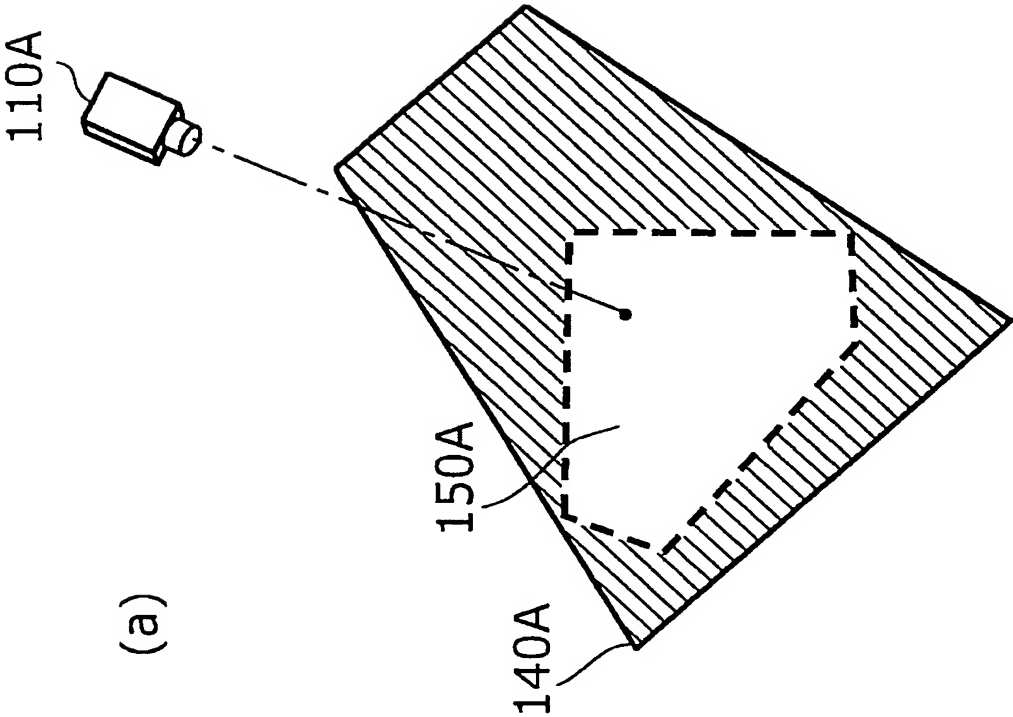
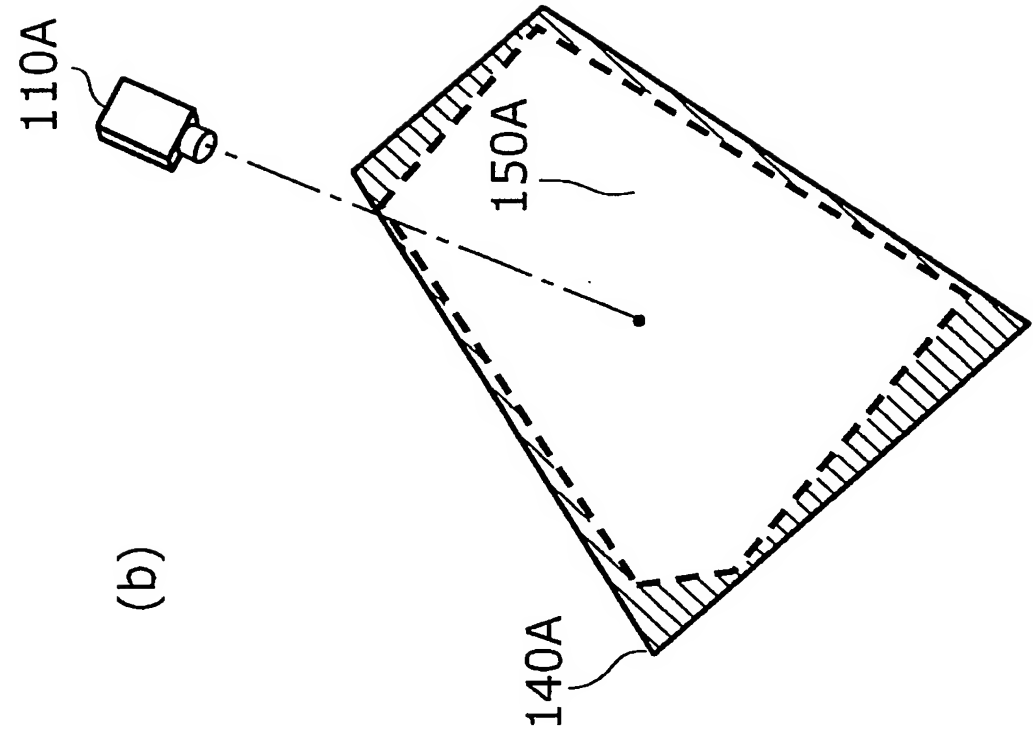
[図24]



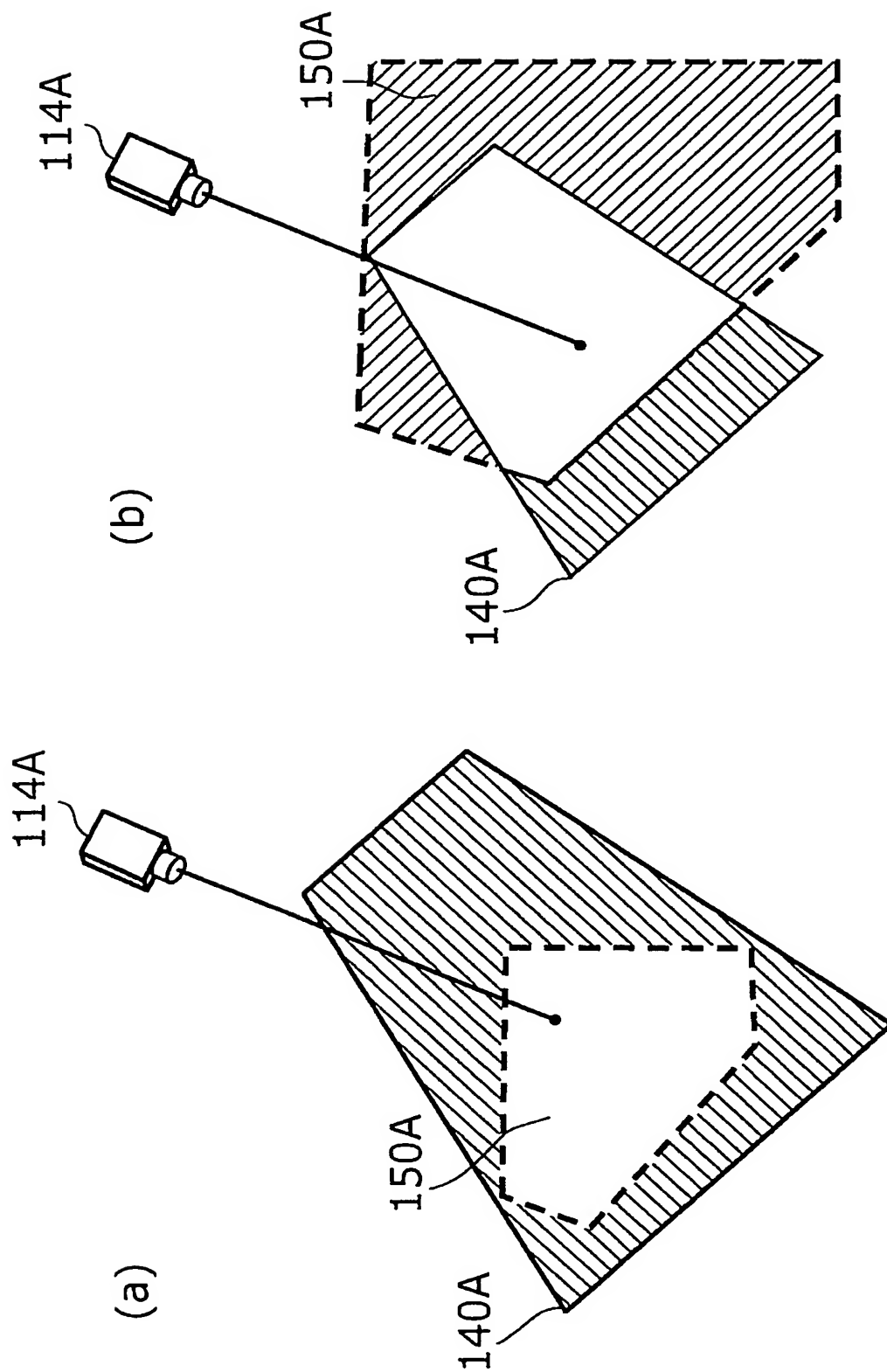
[図25]



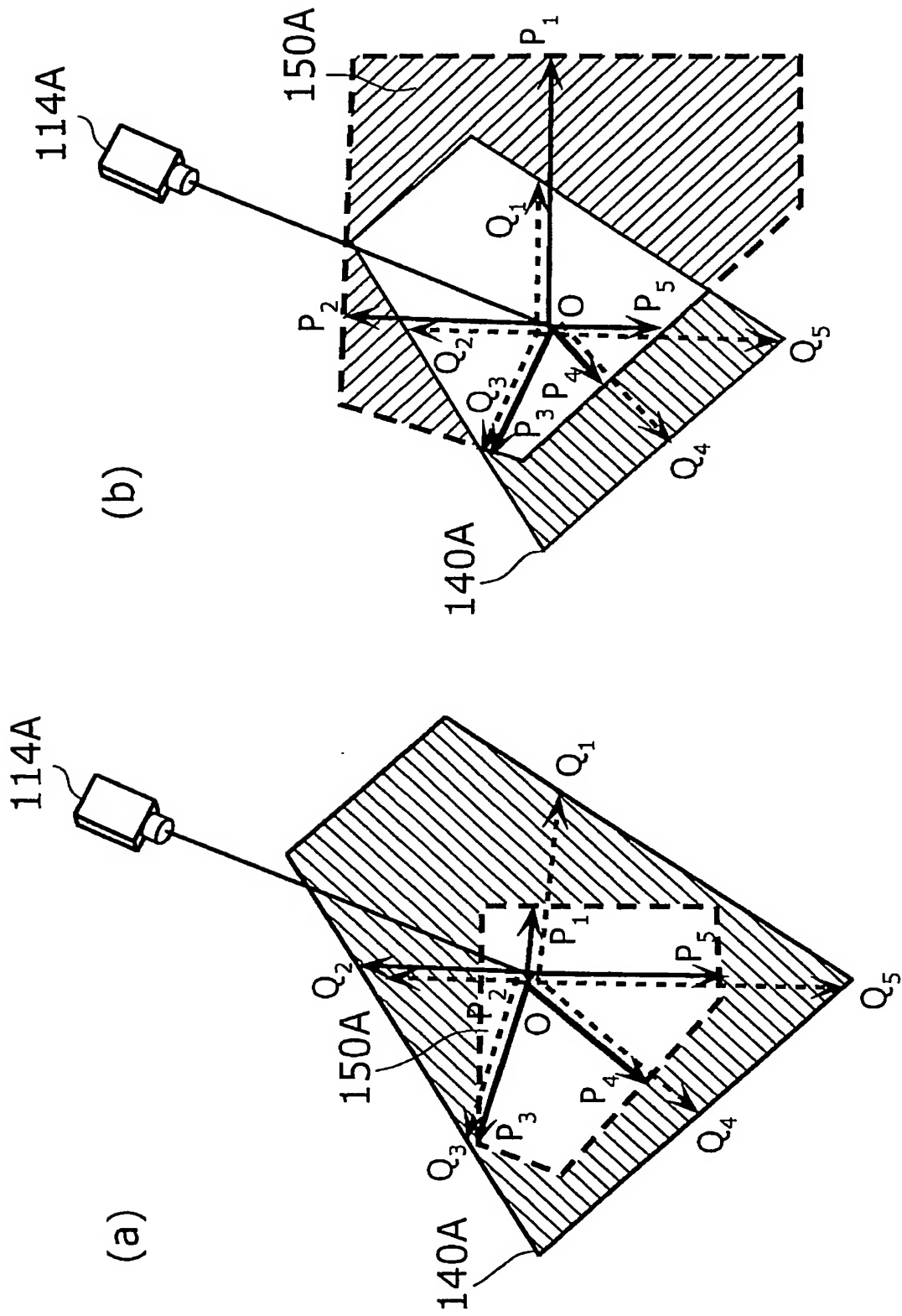
[図26]



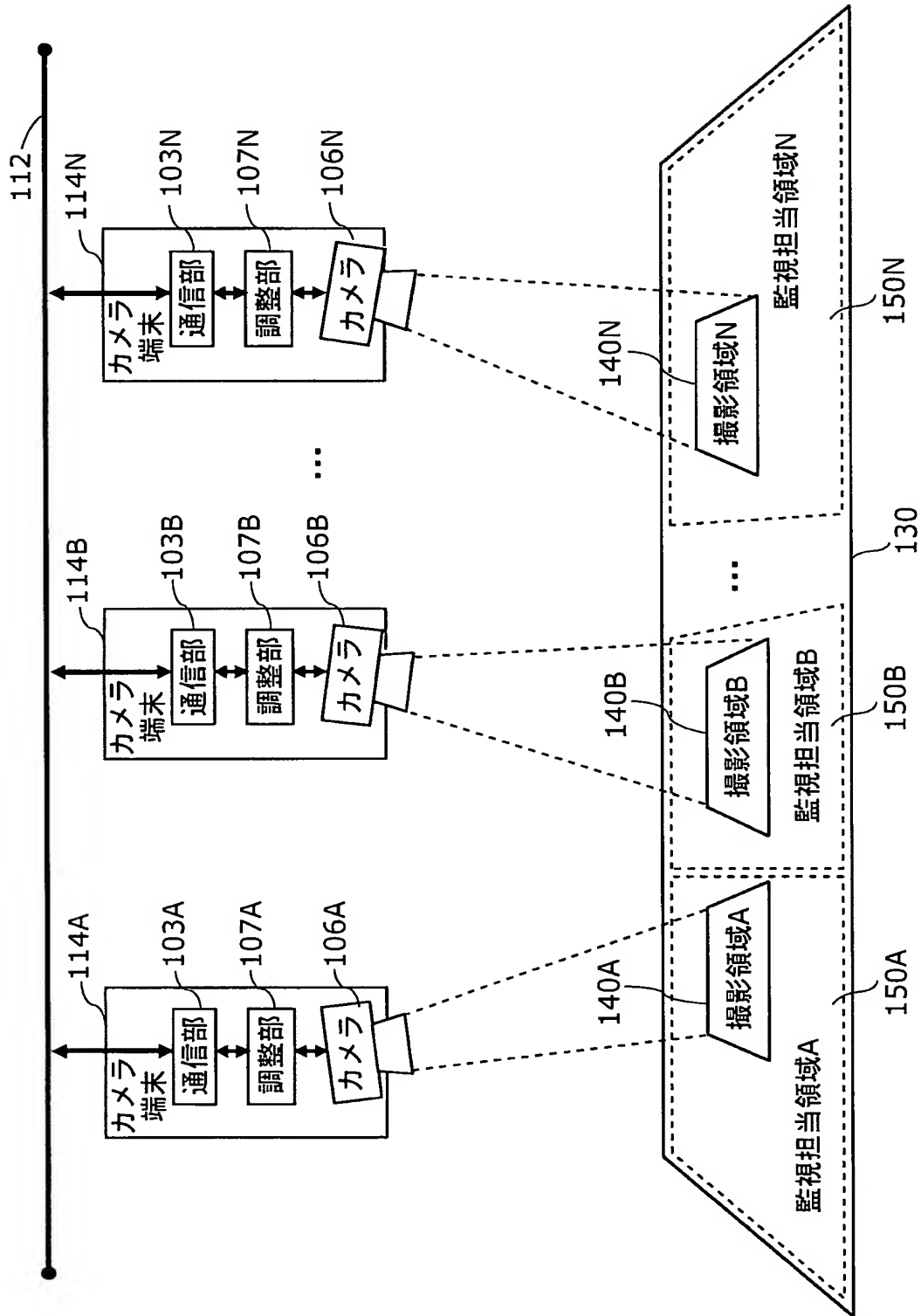
[図27]



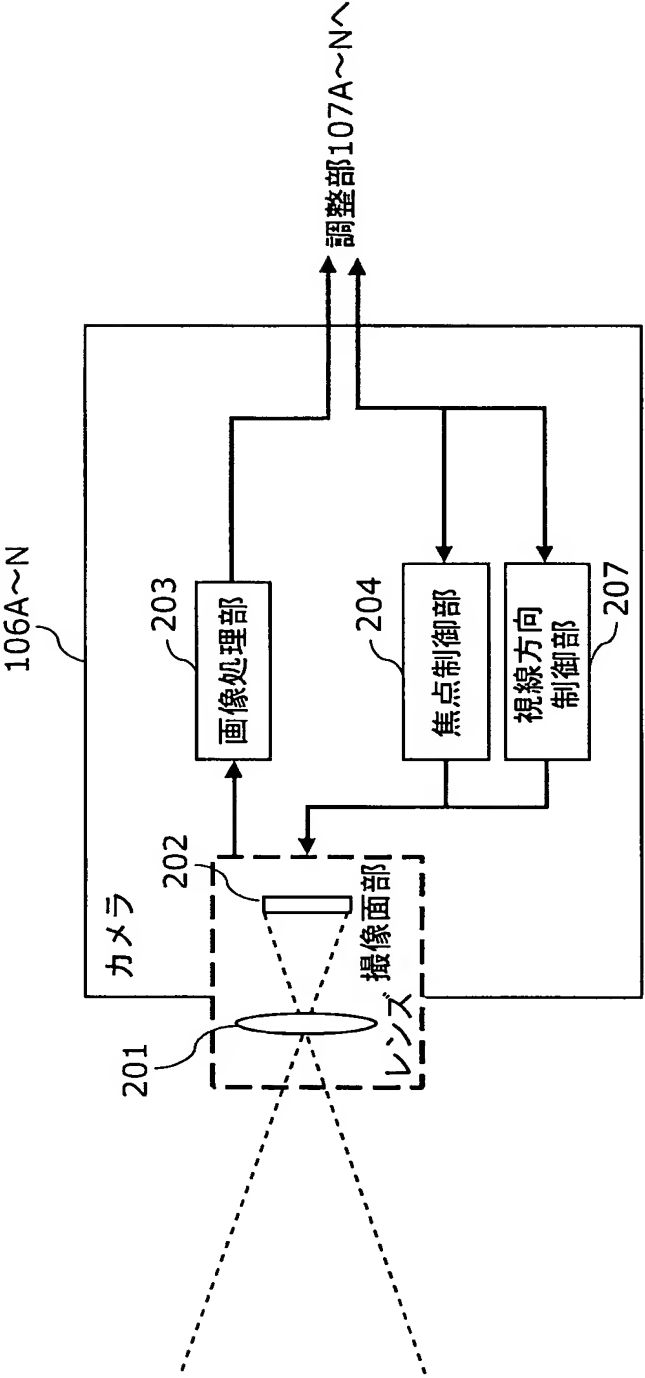
[図28]



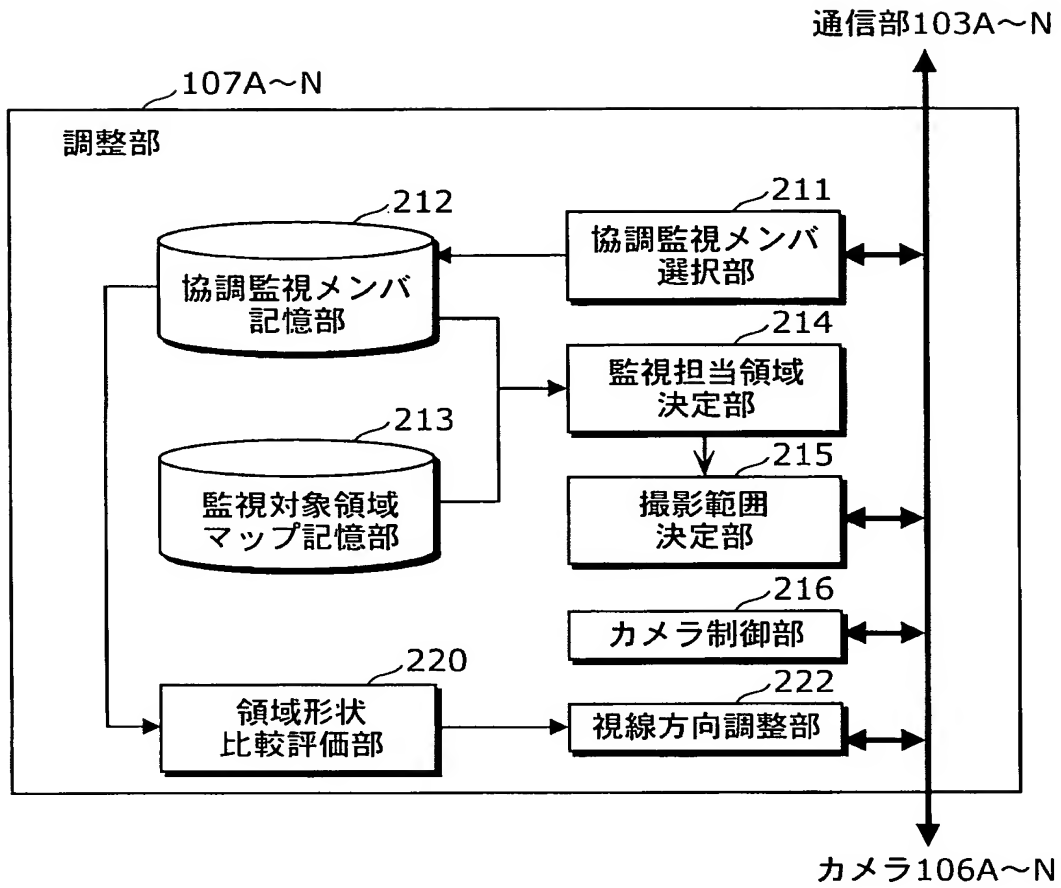
[図29]



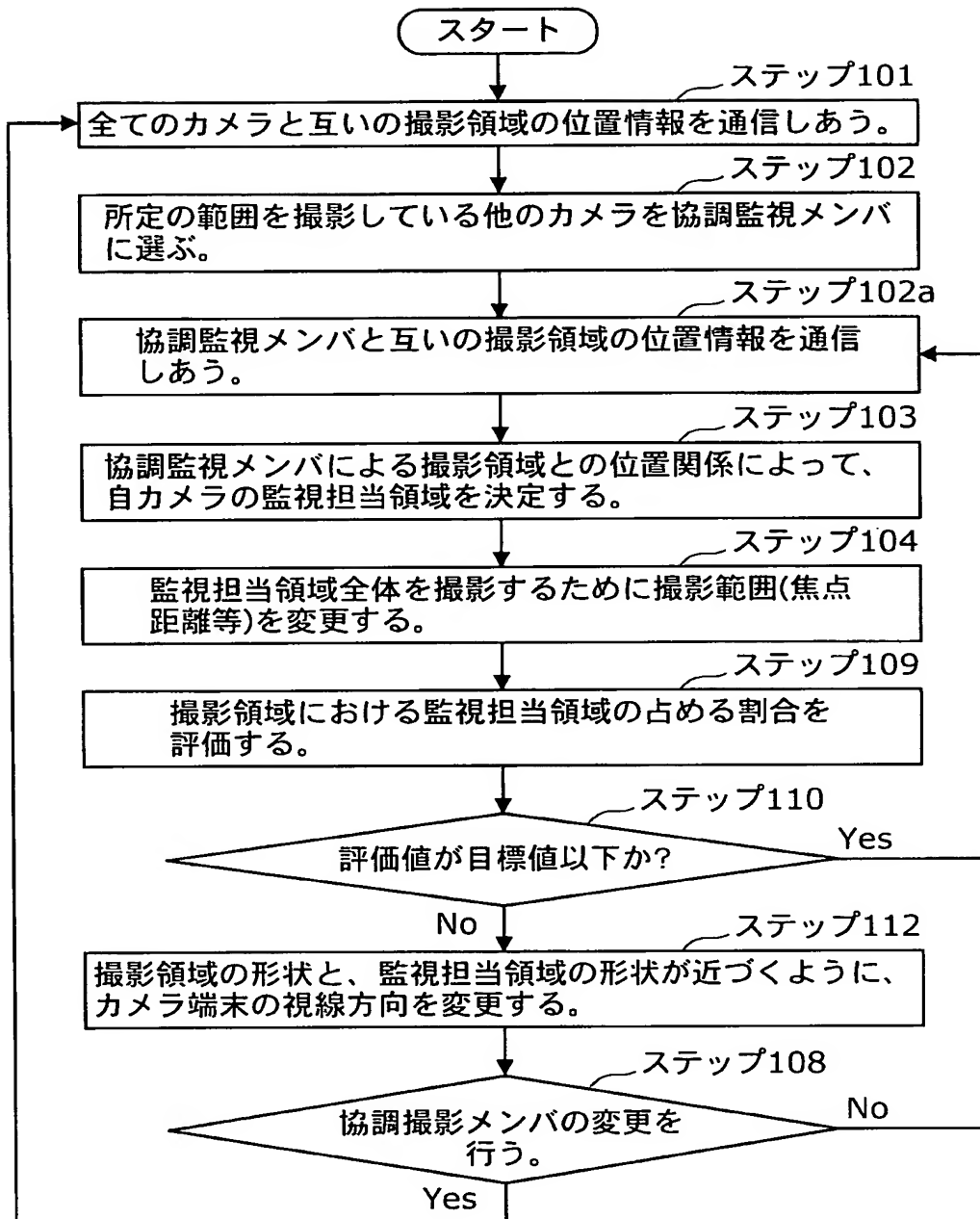
[図30]



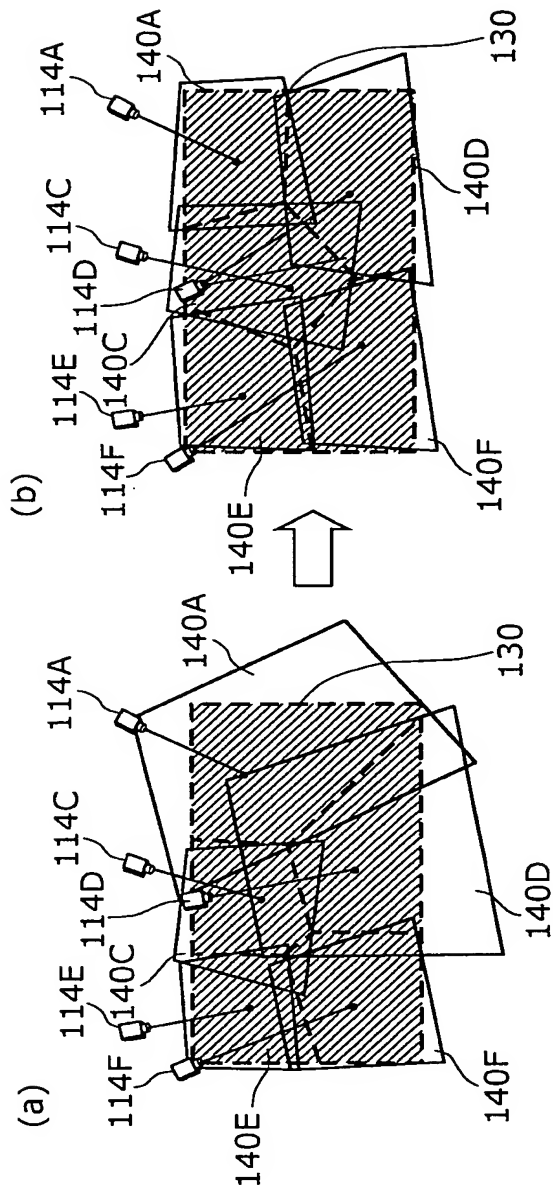
[図31]



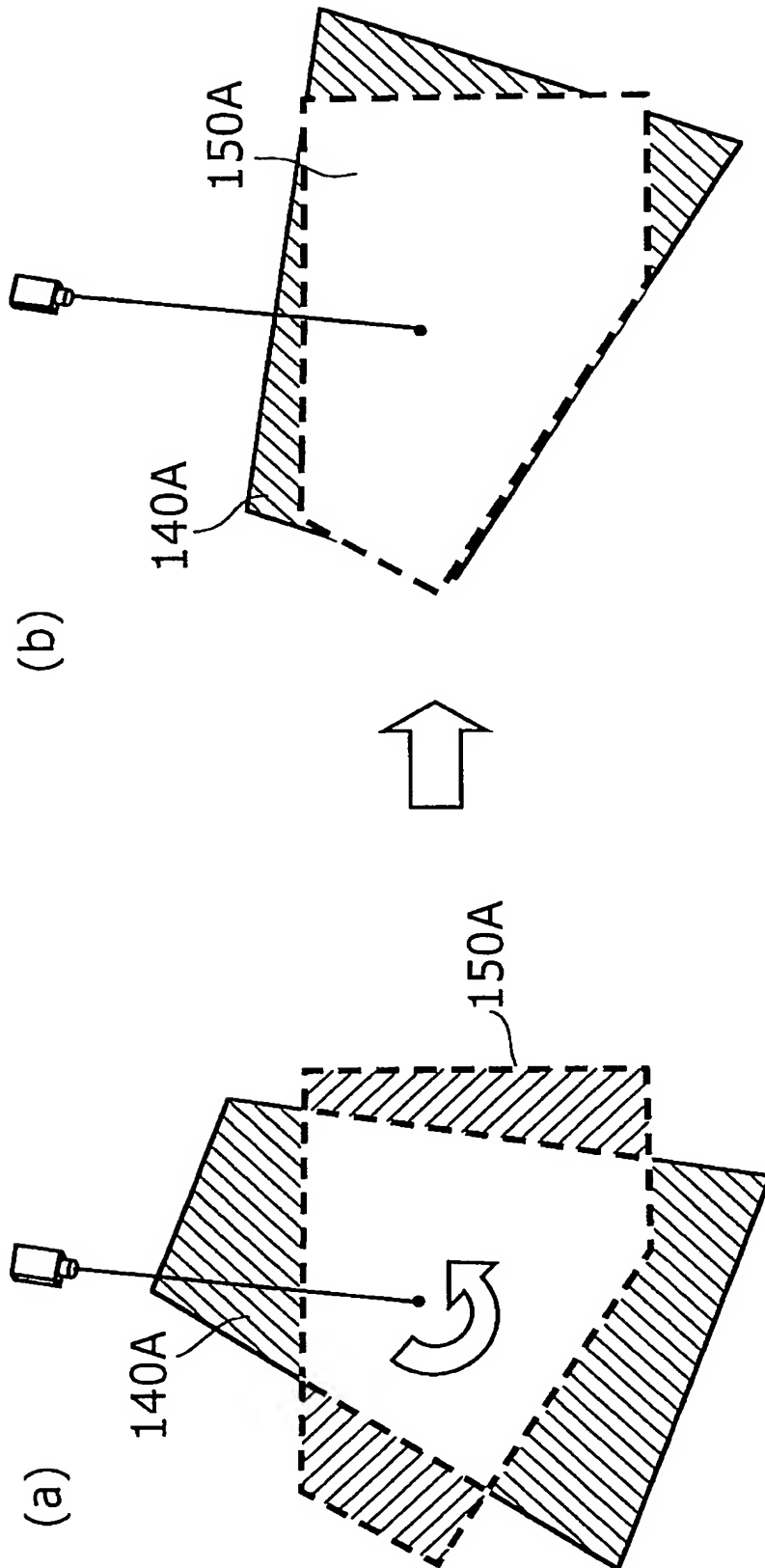
[図32]



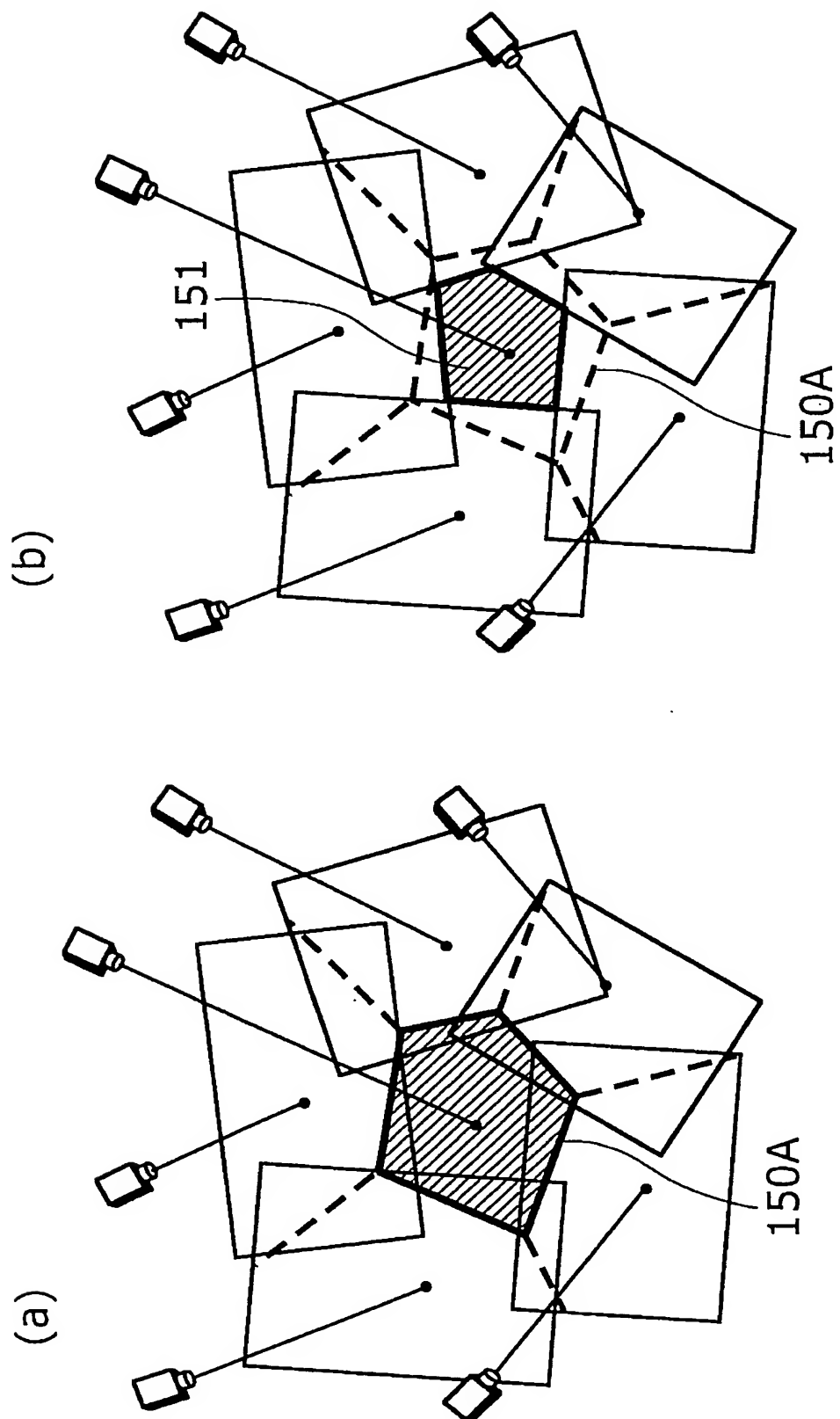
[図33]



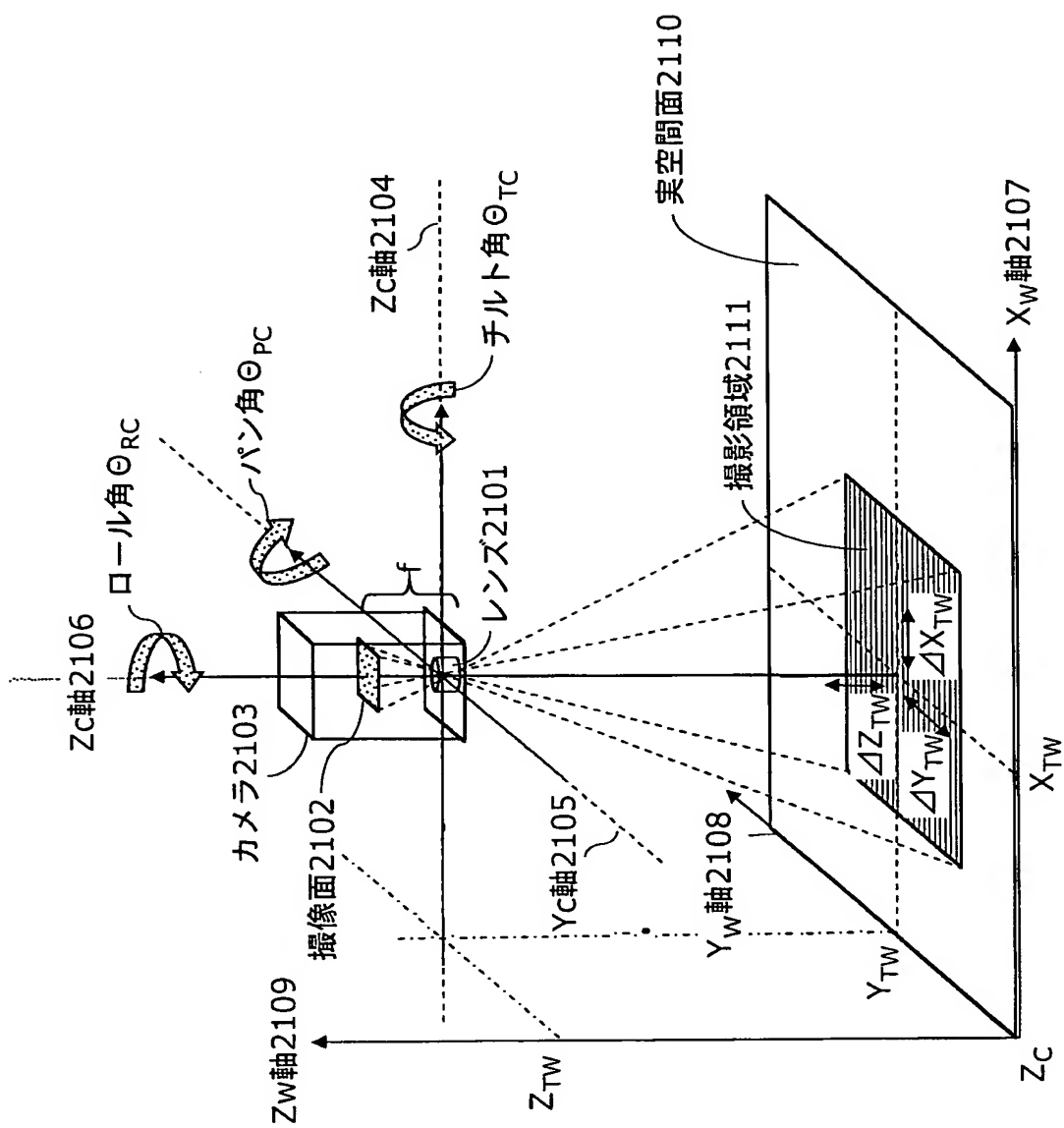
[図34]



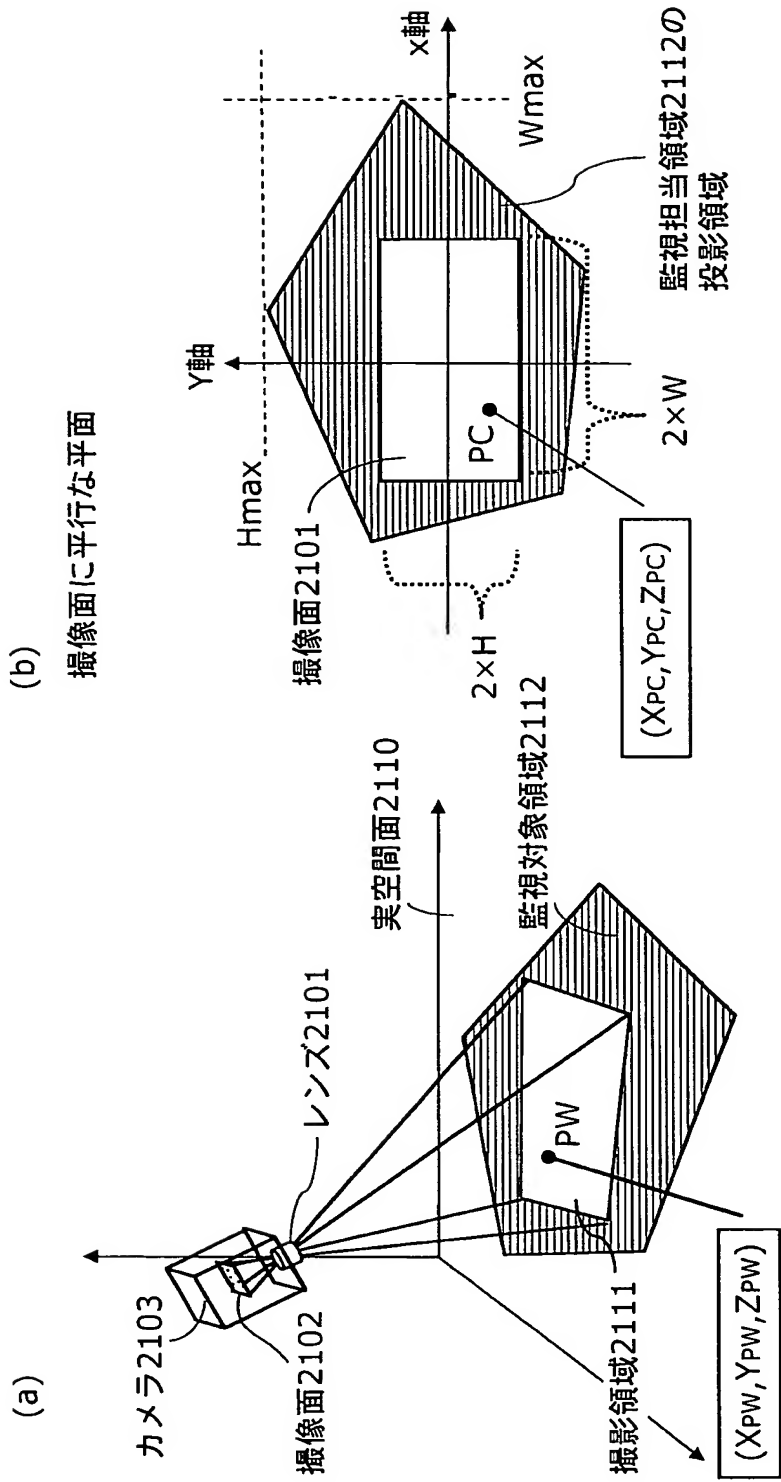
[図35]



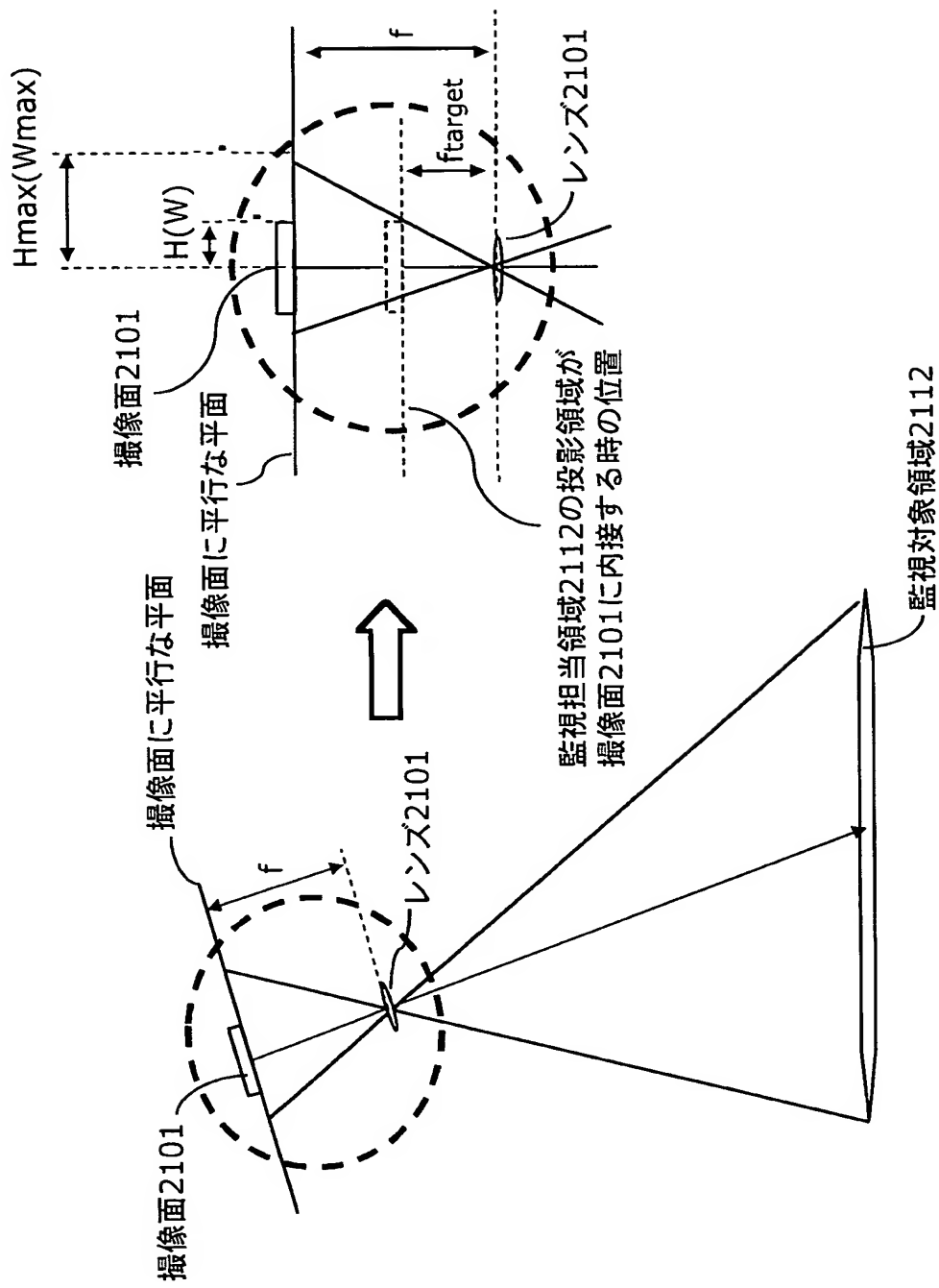
[図36]



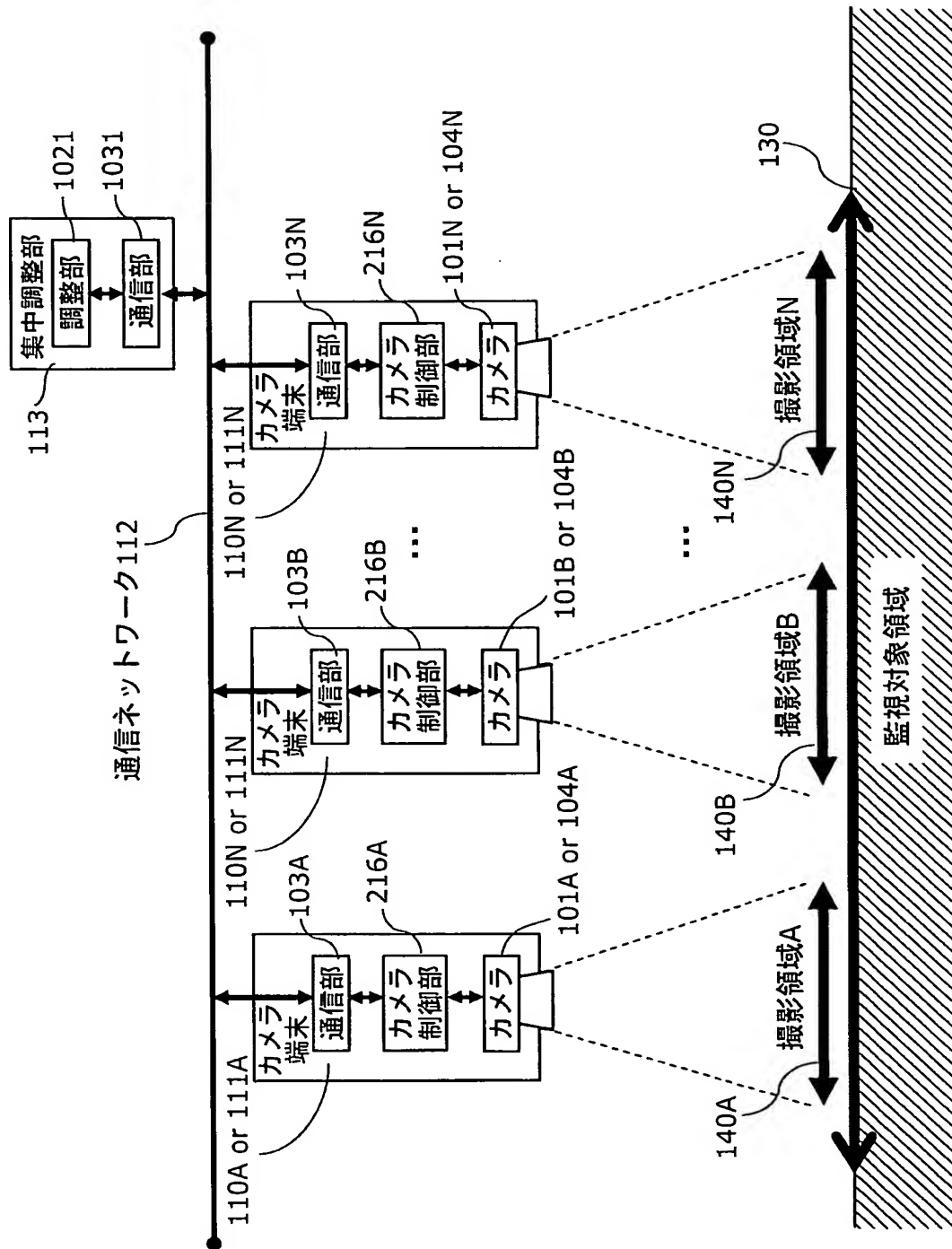
[図37]



[図38]



[図39]



[図40]

